

DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO
Especialización, Maestría y Doctorado en Diseño

**Análisis y diseño de la interfaz para un sistema de
aprendizaje colaborativo**

Apoyada por un agente tutor inteligente

Enrique Acuña Garduño

Tesis para optar por el grado de Doctor en Diseño
Línea de Investigación: Nuevas Tecnologías

Miembros del jurado:

Dra. Ana Lilia Laureano-Cruces
Directora de Tesis

Dr. Miguel Ángel Herrera Batista
Codirector de Tesis

Dr. Eduardo Abel Peñalosa Castro

Dr. José Ignacio Aceves Jiménez

Dra. María Aguirre Tamez

Lectores

Julio 2012

Dedicatoria

*Para Josefina mi madre y Alicia y kike por apoyar mi trabajo de investigación
con su ánimo.*

Agradecimientos

*A mis profesores Ana Lilia Laureano Torres
Miguel Ángel Herrera Batista
Por su paciencia y dedicación al trabajo de investigación.*

Y a los Doctores Eduardo Abel Peñaloza Castro

José Ignacio Aceves Jiménez

María Aguirre Tamez

Por su gentileza para leer mi tesis.

Y a mis compañeros de trabajo

“Para comprender las consecuencias que la tecnología computacional tiene para las personas, necesitamos ser capaces de ver a las computadoras como artefactos de la actividad humana, como ambientes educativos, como herramientas de trabajo, como objetos de comunicación. Podemos comprobar esto empíricamente, sólo basta comprender nuestras experiencias con la tecnología computacional con base en qué tipo de tareas realizamos con la computadora y cuáles no. Además, si analizamos los requerimientos y representaciones respecto del uso se podrán construir prototipos de diseños racionales.”

Carroll John

Resumen

En esta tesis se presenta un conjunto de requerimientos obtenidos a partir de un análisis metodológico con el objetivo de conformar el diseño de una interfaz que permite el proceso de enseñanza-aprendizaje colaborativo con la intervención de un agente pedagógico con características reactivas. Para realizar este propósito se abordaron distintos enfoques metodológicos pertenecientes al campo de:

- 1) Los agentes pedagógicos
- 2) Los modelos instruccionales
- 3) Los modelos para el diseño de una interfaz colaborativa

En el caso del inciso 1. La aportación de los agentes pedagógicos es la característica reactiva que dota al agente de un comportamiento emergente que permite flexibilidad para adaptarse al entorno dinámico donde está inmerso, también en esta tesis se aporta el diseño de un agente pedagógico distribuido centrado en la intervención del proceso instruccional.

En el caso del inciso 2. Se consideraron las características de modelos instruccionales existentes para crear nuestro modelo propuesto, caracterizado por elementos esenciales de todo proyecto educativo (proceso de enseñanza-aprendizaje-evaluación) para ser aplicado en esta interfaz. De este modelo implementado se derivan elementos para ampliar y robustecer los modelos instruccionales colaborativos existentes basados en nuevas tecnologías.

En el caso del inciso 3 relacionado con los modelos para el desarrollo de interfaz se eligió un modelo de interacción que permitirá potenciar las características de un modelo pedagógico colaborativo. Para el desarrollo de la interfaz de aprendizaje en grupo se consideraron los elementos necesarios para obtener los requerimientos de la interfaz sin dejar de lado el desarrollo y la realización de los componentes reales para la interacción con los usuarios.

Tomando en consideración los elementos producto de la investigación se definieron los requerimientos para el desarrollo e implementación de un modelo de interfaz para el aprendizaje. En consecuencia a esta integración de requerimientos para la interacción colaborativa en un ambiente computacional, con el modelo instruccional colaborativo y el modelo de agente le llamamos en su conjunto *Sistema colaborativo para el aprendizaje asistido por un agente pedagógico*, para el cual diseñamos la interfaz que presentamos en este trabajo en su versión prototipo.

Tabla de contenido	Pág
Introducción	2
Perspectiva de análisis	3
Modelo instruccional de propósito general	3
Modelo colaborativo de aprendizaje	4
Modelo de agente tutor	4
Organización del documento	5
CAPÍTULO I	9
Metodología de investigación	9
Introducción	9
1.1 Justificación	9
1.2 Situación problemática	9
1.3 Problema	12
1.4 Hipótesis	12
1.5 Objetivos de la tesis	13
<i>1.5.1 Objetivo general</i>	13
<i>1.5.2 Objetivos particulares</i>	13
1.6 Método de trabajo	14
1.7 Alcances	16
1.8 Posibles beneficios.	16
1.9 Aporte al campo del diseño	16
1.10 Resultados	17
Conclusiones del capítulo I	17

CAPÍTULO II	Página 21
Marco conceptual: Los sistemas tutores inteligentes	
Introducción	21
2.1 Agente inteligente	21
2.2 Los sistemas tutores inteligentes	22
2.2.1 <i>Sistemas tutores inteligentes</i>	25
2.2.3. <i>Sistemas Tutores Inteligentes basados en agentes reactivos</i>	26
2.2.4 <i>Agente pedagógico</i>	27
2.3 Clasificación de agentes tutores	29
2.3.1 <i>trabajos relacionados</i>	31
2.4 Descripción de los principales agentes tutores inteligentes desarrollados en las últimas décadas	32
2.4.1 <i>Scholar (Carbonell, 1970)</i>	32
2.4.2 <i>Why (Stevens, Collins, 1987)</i>	35
2.4.3 <i>Sophie (Brown et al., 1982)</i>	35
2.4.4 <i>Wusor (Goldstein y Carr, 1977)</i>	37
2.4.5 <i>Guidon (Clancey et al., 1991)</i>	38
2.4.6 <i>West (Burton, 1981) Estrategia y Entrenamiento</i>	40
2.4.7 <i>Buggy (Brown, 1981)</i>	41
2.4.8 <i>CirSim-Tutor (Evens, Michael, Rovick, 1999)</i>	42
2.4.9 <i>Meno-Tutor (Wolf, 1984)</i>	43
2.4.10 <i>Proust (1983)</i>	44

2.4.11 Makatzina	45
Conclusiones del capítulo II	48
CAPÍTULO III	
Modelo instruccional colaborativo y su implementación con un agente tutor inteligente	52
Introducción	52
3.1 Modelo instruccional	52
3.1.1 <i>Teoría del aprendizaje</i>	53
3.1.1.1 <i>Antecedentes de la teoría del aprendizaje</i>	53
3.1.1.2 <i>Teorías del aprendizaje combinadas</i>	54
3.1.2 <i>Los modelos instruccionales: puente entre las teorías del aprendizaje y el diseño instruccional</i>	55
3.1.2.1 <i>Clasificación de los modelos instruccionales</i>	56
3.1.3 <i>Método instruccional</i>	57
3.1.4 <i>Características y fundamentos pedagógicos del diseño instruccional</i>	58
3.1.5 <i>Taxonomías de los objetivos instruccionales</i>	59
3.1.6 <i>Taxonomía planteada por Castañeda</i>	59

3.2	Sistemas de diseño instruccional	61
3.2.1	<i>Modelo ADDIE</i>	61
3.2.2	<i>Modelo de aprendizaje cooperativo de Johnson y Johnson y su implementación como modelo instruccional</i>	63
3.2.2.1	<i>Las cinco condiciones esenciales para el aprendizaje colaborativo</i>	63
3.2.3	<i>Implementación del modelo instruccional: Proceso de aprendizaje cooperativo (PAC) en la conducta del agente tutor inteligente</i>	64
3.3	Descripción del modelo instruccional del agente tutor	65
3.3.1	<i>Modelo instruccional de un agente tutor</i>	65
3.3.1.2	<i>Componentes del modelo instruccional de un STI</i>	65
3.4	Modelos mentales y modelos formales	67
3.4.1	<i>Modelo cognitivo de aprendizaje</i>	68
3.4.2	<i>Análisis cognitivo de tareas (ACT)</i>	69
3.4.3	<i>Análisis cognitivo de tareas de la conducta del agente</i>	72
3.4.3.1	<i>Especificación de la conducta del agente tutor, condición 1</i>	73

3.4.3.2	<i>Especificación de la conducta del agente tutor, condición 2: comunicación interpersonal</i>	74
3.4.4.3	<i>Especificación de la conducta del agente tutor, condición 3: objetivos parciales y responsabilidad individual</i>	75
3.4.3.4	<i>Desarrollo de habilidades interpersonales y definición de roles de funcionamiento, condición 4</i>	75
3.4.3.5	<i>Especificación de la conducta del agente tutor. Evaluación grupal, condición 5</i>	76
3.5	Características de modelo mental y su correspondencia con el modelo instruccional	76
3.6	Diagramas del modelo instruccional	77
3.6.1	<i>Fase de preproceso</i>	78
3.6.2	<i>Fase de proceso</i>	78-79
3.6.3	<i>Fase de posproceso</i>	80
	Conclusiones del capítulo III	81

CAPÍTULO IV

Diseño de un modelo colaborativo para soportar el proceso de enseñanza-aprendizaje apoyado por un agente pedagógico	85
--	-----------

Introducción	85
---------------------	-----------

4.1 Enfoques de estudio para el análisis y diseño de software educativo	85
--	-----------

4.2 Análisis de algunos de los modelos más relevantes para el desarrollo de sistemas computacionales educativos	86
--	-----------

<i>4.2.1 Modelo NOM</i>	<i>86</i>
-------------------------	-----------

<i>4.2.2 Modelo AMENITIES</i>	<i>88</i>
-------------------------------	-----------

<i>4.2.3 Modelo MacCauley para el diseño de un sistema colaborativo</i>	<i>88</i>
---	-----------

<i>4.2.3.1 Análisis del grupo</i>	<i>89</i>
-----------------------------------	-----------

<i>4.2.3.2 Análisis global del sistema de cooperación y comunicación</i>	<i>90</i>
--	-----------

<i>4.2.3.3 Análisis del usuario</i>	<i>91</i>
-------------------------------------	-----------

<i>4.2.3.4 Organización y tipos de usuarios</i>	<i>92</i>
---	-----------

<i>4.2.3.5 Diseño para cada usuario</i>	<i>93</i>
---	-----------

<i>4.2.3.6 Especificación de componentes</i>	<i>94</i>
--	-----------

CAPÍTULO V

Modelos de estudio para el desarrollo de la interfaz de usuario de un sistema para el aprendizaje colaborativo asistido por un agente pedagógico 100

Introducción 100

5.1 Modelos o enfoques de estudio de la interfaz de usuario 100

5.1.1 Modelo cognitivo 102

5.1.2 Modelo predictivo 103

5.1.3 Modelo empírico 103

5.1.4 Modelo antropomórfico 104

5.2 Modelos de interfaz de última generación 106

5.2.1 Interfaces de usuario multimedia 106

5.2.2 Interfaces de usuario multimodales 106

5.2.3 Interfaz perceptiva de usuario 106

5.2.4 Interfaz de realidad aumentada (RA) 107

5.2.5 Interfaz de Interacción Natural	108
5.2.6 Interfaz con agentes tutor animados con características humanas	110
5.2.7 interacción hablada con un agente informático	110
5.3 Análisis de los requerimientos para el desarrollo de interfaz con base en los modelos de estudio cognitivo, predictivo, empírico y antropomórfico	113
5.3.1 Matriz de análisis de requerimientos para diseño de la interfaz de aprendizaje colaborativo bajo el enfoque cognitivo	113
5.3.2 Matriz de análisis de requerimientos para diseño de la interfaz de aprendizaje colaborativo bajo el enfoque predictivo	114
5.3.3 Matriz de análisis de requerimientos para diseño de la interfaz de aprendizaje colaborativo bajo el enfoque empírico	114-115
5.3.4 Matriz de análisis de requerimientos para diseño de la interfaz de aprendizaje colaborativo bajo el enfoque antropomórfico	116
5.3.5 Tabla de análisis de aprendizaje de la interfaz con base en el modelo de estudio	116
5.3.6 Intersección de las metodologías de sistemas computacionales para el trabajo en grupo con las metodologías para el desarrollo de interfaz	117
5.3.6.1 Requerimientos para el diseño de la interfaz para la interacción de nuestro sistema	118

Conclusiones del capítulo V	120
-----------------------------	-----

CAPÍTULO VI	Pág
Diseño de los componentes de interfaz de un sistema colaborativo para el aprendizaje apoyado por un agente tutor	124
Introducción	124
6.1 Descripción de requerimientos de cada grupo	125
<i>6.1.1 Requerimientos de herramientas de sistemas inteligentes</i>	125
<i>6.1.2 Requerimientos de un diseño instruccional integrado al comportamiento del agente tutor colaborativo</i>	126
<i>6.1.3 Requerimientos de sistema o ambiente computacional para el aprendizaje colaborativo</i>	128
<i>6.1.4 Requerimientos del modelo para el desarrollo de la interfaz de un sistema computacional para el aprendizaje colaborativo asistido por un agente tutor</i>	129
6.2 Diseño de componentes de comunicación de la interfaz	130
6.3 Descripción de componentes de interfaz propuestos para el sistema colaborativo de aprendizaje asistido por un agente pedagógico	139

6.3.1	<i>Representación de los componentes de la interfaz gráfica</i>	136
6.3.1.1	<i>Interfaz principal del sistema</i>	138
6.3.1.2	<i>Interfaz principal del agente tutor</i>	139
6.3.1.3	<i>Características reactivas de la conducta del agente de enseñanza aprendizaje</i>	140
6.3.1.4	<i>Componente de interfaz pizarrón.</i>	142
6.4	Mapa de Navegación	143
6.4.1	<i>Descripción general del mapa de navegación</i>	144
6.5	Propuesta de evaluación	144
	Conclusiones del capítulo VI	148
	Conclusiones generales	151
	Bibliografía	158
	Anexo	180
	Currículum vitae del autor	184

Índice de figuras

Pág.

Fig. 1 Mapa conceptual general de la organización del documento de investigación y sus diferentes interrelaciones 7

Fig. 2 Tabla resumida de requerimientos para el diseño de la interfaz de un sistema para el aprendizaje asistido por un agente tutor colaborativo 15

Fig. 3 Tabla de clasificación de agentes en tres categorías (bajo el enfoque de Anderson: *los modelos de caja negra, los modelos de caja de cristal y los modelos cognitivos*) 30

Fig. 4 Tabla de clasificación de características de algunos de los principales agentes tutor 31

Fig. 5 diferencias de los sistemas CAI con ITS de acuerdo con Carbonell 32

Fig. 6 Tabla de componentes de *Scholar* 33

Fig. 7 Parte inicial de la red semántica diseñada y construida por Carbonell 34

Fig. 8 Ejemplo de diálogo con *Scholar* 34

Fig. 9 Ejemplo de dialogo con el sistema tutorial inteligente <i>Why</i> (Wenger, 1987)	35
Fig. 10 Ejemplo de diálogo con <i>Sophie</i>	37
Fig. 11 Ejemplo de diálogo con Guidon	40
Fig. 12 Ejemplo de diálogo con <i>Buggy</i>	41
Fig. 13 Ejemplo de diálogo típico de <i>CircSim tutor</i>	43
Fig. 14 Ejemplo de diálogo con <i>Meno-Tutor</i>	44
Fig. 15 Ejemplo de informe de Proust	45
Fig. 16. Reactividad del módulo tutorial con tres agentes percibiendo la interfaz Multimedia en Makatziná	47
Fig. 17 Interfaz multimedia de Makatziná	47
Fig. 18 Tabla de caracterización de dominio de conocimiento, tipo de diálogo e interfaz de distintos STI	50
Fig. 19 Categorización de los OI bajo el enfoque de Castañeda S. (2005)	61
Fig. 20 Diagrama de las fases del modelo instruccional	64
Fig. 21 Correspondencia entre el modelo instruccional de un STI de propósito general con las fases típicas de un modelo instruccional	66

Fig. 22 La representación de un modelo	68
Fig. 23 Esquema explicativo del análisis cognitivo de tareas (ACT)	69
Fig. 24 Diagrama estructurado que describe la conducta global del agente tutor inteligente colaborativo	70
Fig. 25 Descripción de las condiciones de la conducta global del agente tutor inteligente colaborativo	71
Fig. 26 Esquema de representación del análisis cognitivo de tareas ACT de la conducta del agente tutor colaborativo	72
Fig. 27 Tabla de especificación del ACT en la condición 1	73
Fig. 28 Tabla de especificación del ACT en la condición 2	74
Fig. 29 Tabla Especificación del ACT del proceso en el paso 3	75
Fig. 30 Tabla de especificación del ACT del proceso en la condición 4	75
Fig. 31 Tabla Especificación del ACT del proceso en el paso 5	76
Fig. 32 Esquema de relación entre agente tutor inteligente colaborativo y modelo instruccional colaborativo	77
Fig. 33 Diagrama algorítmico de la conducta del agente tutor nivel enseñanza	78
Fig. 34 Diagrama algorítmico de la conducta del agente nivel	79

aprendizaje

Fig. 35 Diagrama algorítmico de la conducta del agente nivel de 80
evaluación

Fig. 36 Diagrama de pasos a seguir para el análisis de los 89
requerimientos de un sistema colaborativo de aprendizaje apoyado
por un agente tutor

Fig. 37 Tabla de identificación de actividades que realiza un grupo 90
de aprendizaje colaborativo

38 Tabla de identificación global de comunicación del sistema para 91
un grupo de aprendizaje colaborativo

Fig. 39 Tabla de análisis de tipo de usuario, acciones que realiza y 92
tipo de datos u objetos, (para un grupo de aprendizaje colaborativo)

Fig. 40 Tabla de diseño de componentes para cada tipo usuario en 93
un sistema de actividades colaborativas

Fig. 41 Tabla de especificación de componentes y tareas. 94

Fig. 42 Selección de de componentes deseables para el diseño de 96
un sistema de interacción

Fig. 43 Tabla general de requerimientos de sistema colaborativo 98
para el aprendizaje

Fig. 44 Categorización de modelos en el estudio de la Interacción	101
Fig. 45 Las técnicas de visión por ordenador e inteligencia artificial	102
Fig. 46 Interfaz de realidad aumentada	108
Fig. 47 Ejemplo de interfaz de interacción natural	109
Fig. 48 El paradigma de la interacción humana es el diálogo	111
Fig. 49 Tabla de intersección entre requerimientos metodológicos para el diseño de interfaz para el aprendizaje colaborativo y el enfoque de análisis cognitivo para el desarrollo de interfaz de usuario. Creación propia.	113
Fig. 50 Tabla de intersección entre requerimientos metodológicos para el diseño de interfaz para el aprendizaje colaborativo y el enfoque de análisis predictivo	114
Fig. 51 Matriz de intersección necesaria entre requerimientos metodológicos para el diseño de interfaz para el aprendizaje colaborativo y el enfoque de análisis empírico	115
Fig. 52 Tabla de intersección entre requerimientos metodológicos para el diseño de interfaz para el aprendizaje colaborativo y el enfoque de análisis antropomórfico	116
Fig. 53 Análisis con base en modelos de interfaz de última generación	117
Fig. 54 Conveniencia de la aplicación de los modelos de estudio al	118

diseño de la interfaz del agente tutor inteligente colaborativo con el modelo instruccional

Fig. 55 tabla general de requerimientos para el diseño de un sistema computacional para la el aprendizaje colaborativo asistido por un agente inteligente 125

Fig. 56 Diagrama Integración de los requerimientos de diseño instruccional con los requerimientos de un STI 121

Fig. 57 Condensado de requerimientos de sistema computacional para la el aprendizaje colaborativo 128

Fig. 58 Mapa de relaciones de comunicación del agente tutor con los estudiantes, correspondiente a la condición 1 131

Fig. 59 cuadro de explicación de necesidades de comunicación que realiza el agente colaborativo. Bajo la condición 1 del aprendizaje colaborativo 131

Fig. 60 Mapa de comunicaciones de la condición 2 132

Fig. 61 Tabla de explicación de necesidades de comunicación que realiza el agente colaborativo Bajo la condición 2 (parte 1) 132

Fig. 62 Mapa cognitivo de la condición 2 (parte 2) del aprendizaje colaborativo, comunicación interpersonal cara a cara con el agente 133

Fig. 63 Tabla de explicación de necesidades de comunicación que 133

realiza el agente colaborativo Bajo la condición 2 (parte 2)

Fig. 64 Mapa cognitivo de la condición 2.3 (parte 3) 134

Fig. 65 Tabla de explicación de necesidades de comunicación que realiza el agente colaborativo Bajo la condición 2 (parte 3) 134

Fig. 66 Componentes principales de la interfaz propuesta 137

Fig. 67 Interfaz general del sistema colaborativo para el aprendizaje 138

Fig. 68 Interfaz del agente tutor animado. 139

Fig. 69 Tabla donde se muestran los distintos comportamientos que exhibe el agente tutor 141

Fig. 70 Interfaz del componente pizarrón 142

Fig. 71 Mapa de navegación del sistema 143

Fig. 72 Ejemplo de escala de actitudes hacia la interfaz 144

Figura 73 Tabla criterios para la evaluación de la interfaz de un sistema colaborativo de aprendizaje 145-177

Figura 74 Tabla criterios para la evaluación del modelo instruccional de un sistema colaborativo de aprendizaje 147

Introducción

La utilización de nuevas herramientas en la educación implica la creación de nuevos modelos instruccionales que evolucionan en función de las tecnologías disponibles
(Gandara, 2004).

Introducción

El tema de investigación es motivado por el interés sobre dos factores que son fundamentales en todo plan educativo que precise asistirse de las nuevas tecnologías:

1. La demanda de aplicaciones computacionales para el desarrollo de ambientes de aprendizaje innovadores tales como entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje, aprendizaje asistido por computadora, sistemas tutores inteligentes o agentes tutores
2. El desarrollo de interfaces adecuadas para estas aplicaciones que contribuyan al propósito de facilitar la interacción entre los usuarios y estas nuevas aplicaciones para asistir a los nuevos proyectos educativos

Esta investigación se ha enfocado en el análisis de la tecnología de los sistemas tutores inteligentes¹ (STI) o agentes tutores, la cual de acuerdo con las investigaciones realizadas por diversos autores sobre el tema (Carbonell, 1970; Clancey, 1987; Shortliffe, 1976; Brown *et al.*, 1982; Burton, 1981), su uso tiene ventajas, tales como flexibilidad, adaptación, monitorización del aprendizaje del

¹ **Sistema tutor inteligente.** Llamamos en esta investigación *sistema tutor inteligente*, al conjunto compuesto de: a) agente tutor inteligente, b) su ambiente instruccional, y c) su interfaz. Lo anterior constituye un modelo instruccional fundamentado en un modelo computacional (Laureano-Cruces, de Arriaga-Gómez, 2000).

Agente tutor inteligente: un agente es un tipo de abstracción de software, en el mismo sentido que los métodos, las funciones y los objetos. Un objeto es una abstracción de alto nivel que describe los métodos y los atributos de un componente de software. Un agente, sin embargo, es una abstracción de software de más alto nivel que proporciona una forma eficaz para interactuar con un entorno complejo, y dinámico; básicamente debido a su papel pro-activo y a sus mecanismos de percepción del entorno. Un agente se define en términos de su comportamiento, (Laureano-Cruces, de Arriaga, García-Alegre, 2001). en lugar de identificar las clases, métodos y atributos (Luck et al. 2005). Nwana (1996) por su parte menciona que un agente se puede definir como un programa de computadora que tiene cierto grado de autonomía, se comunica con otros agentes y puede trabajar en beneficio de un usuario en particular (Laureano-Cruces, Espinosa-Paredes, 2005).

estudiante, y la más importante: capacidad para realizar un seguimiento de los estudiantes durante su proceso de aprendizaje, para decidir cuál es la estrategia instruccional adecuada que permita al aprendiz lograr con efectividad sus objetivos de estudio (Laureano-Cruces, de Arriaga-Gómez, 1998), (Laureano-Cruces, de Arriaga-Gómez, 2000), (Laureano-Cruces, Mora-Torres, Ramírez-Rodríguez, Gamboa-Rodríguez, 2010). El objetivo de la presente tesis es determinar las características de diseño de los componentes de una interfaz que permita la interacción entre los usuarios y un ambiente de aprendizaje colaborativo, asistido por un agente tutor inteligente.

Perspectiva de análisis

La investigación involucró un trabajo interdisciplinario de investigación en torno al problema de cómo diseñar una interfaz para un sistema tutor inteligente, planteado desde distintas visiones del conocimiento como son: a) las ciencias de la computación; desde su perspectiva de los sistemas tutores inteligentes, b) del campo del diseño de interfaz (Laureano-Cruces, Velasco-Santos, Mora-Torres, Acevedo-Moreno, 2009); desde un modelo del proceso de diseño y c) las ciencias de la educación. Para este propósito se analizaron los siguientes modelos:

Modelo instruccional de propósito general

En esta investigación se diseñó un modelo instruccional de propósito general (Laureano-Cruces, Ramírez-Rodríguez, Mora-Torres, de Arriaga, Escarela-Pérez, 2010) que contempla la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación, al cual se le realizaron las adecuaciones necesarias para ser incorporado en la concepción de la conducta de un agente tutor inteligente para que este sea un facilitador del aprendizaje colaborativo, en un ambiente computacional distribuido.

Modelo de tutor colaborativo de aprendizaje

Se desarrolló también un modelo de conducta para el agente tutor basado en el modelo aprendizaje colaborativo el cual constituye una de las aportaciones principales de este trabajo. Con base en las consideraciones anteriores se destaca la importancia de aplicar una metodología para el desarrollo de una interfaz donde puedan interactuar dinámicamente los estudiantes con el agente tutor inteligente.

Modelo de agente tutor

Se ha desarrollado previamente al diseño de la interfaz una versión de un modelo lógico de agente tutor (Velasco-Santos, Laureano-Cruces, Mora-Torres, Herrera-Bautista, 2010), el cual actúa acorde a su inteligencia y se ha desarrollado con base en lo anterior el modelo de interfaz propuesto, en principio el agente está basado en las características que todo sistema tutor inteligente de propósito general debe contener:

- Presentar al estudiante el contenido de acuerdo a su estilo de aprendizaje
- Asesorar al estudiante acerca de cómo debería aprender un contenido determinado y cuáles son las habilidades esperadas
- Tutorizar al estudiante a fin de que pueda cumplir los objetivos del tema en tiempo y forma
- Asistir al mismo en los procesos de trabajo colaborativo con el tutor y con los pares.
- Efectuar los diagnósticos sobre el rendimiento de los estudiantes y proveerles de herramientas para mejorar su producción

En el caso particular del agente tutor colaborativo se especificaron además los siguientes requerimientos:

- Capacidad para llevar a cabo el proceso de monitorización y evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje y evaluación en un determinado dominio de conocimiento
- Capacidad para Instruir al usuario sobre los pasos que incluyen un proceso de aprendizaje colaborativo
- Capacidad para monitorizar estableciendo la aplicación de la metodología instruccional colaborativa
- Capacidad para implementar estrategias instruccionales para el grupo, adecuadas al dominio, así como analizar la combinación de técnicas pedagógicas, centradas en algunos casos en el proceso de aprendizaje, y en otros, en el de la enseñanza
- Capacidad para promover el desarrollo de modelos mentales para la tarea grupal, sustentada en una metodología de aprendizaje cooperativo y colaborativo

Organización del documento

En el primer capítulo se describen los pasos metodológicos para la realización de la presente investigación. En principio el planteamiento del problema se desarrolló a partir de observar que algunos de los sistemas instruccionales soportados por computadora y sistemas tradicionales de enseñanza aprendizaje carecen de la capacidad de adaptarse para percibir al aprendiz durante su proceso de aprendizaje y reaccionar durante el proceso del mismo, para decidir cuál es la estrategia instruccional adecuada que permita al aprendiz lograr con efectividad sus objetivos de estudio.

En el segundo capítulo se destaca la importancia de algunas de las tecnologías derivadas de inteligencia artificial aplicadas a la educación, conocidas como sistemas tutores inteligentes (Laureano-Cruces, Mora-Torres, Ramírez-Rodríguez, Gamboa-Rodríguez, 2010), las cuales durante las últimas décadas aportaron un gran número de aplicaciones, tales como representación del conocimiento, sistemas expertos y sistemas de aprendizaje. Por otra parte la transición de la inteligencia artificial al desarrollo de sistemas tutores inteligentes se ha enfocado en aplicaciones a la educación, debido principalmente a sus posibilidades en lo que se refiere al desarrollo de ambientes de enseñanza-aprendizaje.

El tercer capítulo tiene como objetivo explicar la aplicación del modelo instruccional adoptado en su relación con el agente tutor, es donde se describen las características de conducta que este deberá desarrollar en función del modelo instruccional propuesto, también este modelo constituye la base para fundamentar la propuesta de arquitectura de un sistema tutor inteligente y por consiguiente del diseño de la interfaz colaborativa del mismo.

El cuarto capítulo presenta una metodología seleccionada entre otras para determinar los requerimientos de un sistema computacional enfocado a proporcionar la interacción distribuida entre los usuarios de un sistema colaborativo para el aprendizaje. De acuerdo a Gandara (2004), actualmente en el ámbito de la ingeniería de software, se ha desarrollado una gran variedad de formas en que se puede abordar la creación de este tipo de sistemas, todos parten de un punto común, determinar la mejor solución para los problemas de trabajo en grupo.

En el quinto capítulo se explica la metodología que se empleó para el diseño de interfaz para el aprendizaje colaborativo, también se analizan en este capítulo los distintos modelos o enfoques de estudio para el desarrollo de la interfaz de usuario. Finalmente a partir de lo anterior se realiza una intersección de los diferentes enfoques y metodologías para el desarrollo de la interfaz con el fin de considerar un enfoque óptimo para el desarrollo de la interfaz.

En el sexto capítulo se desarrollan los componentes con base en la propuesta de interfaz para el sistema colaborativo sustentado en el modelo de interacción colaborativa y los criterios de interfaz multimodal con el uso de agentes animados. También en este capítulo se destacan algunos criterios derivados de la ingeniería del software que permiten explicar la relación entre:

- 1) Los niveles de abstracción (código de programación)
- 2) El nivel de representación (interfaz)

La organización del documento se muestra en la figura 1 en el siguiente mapa conceptual.

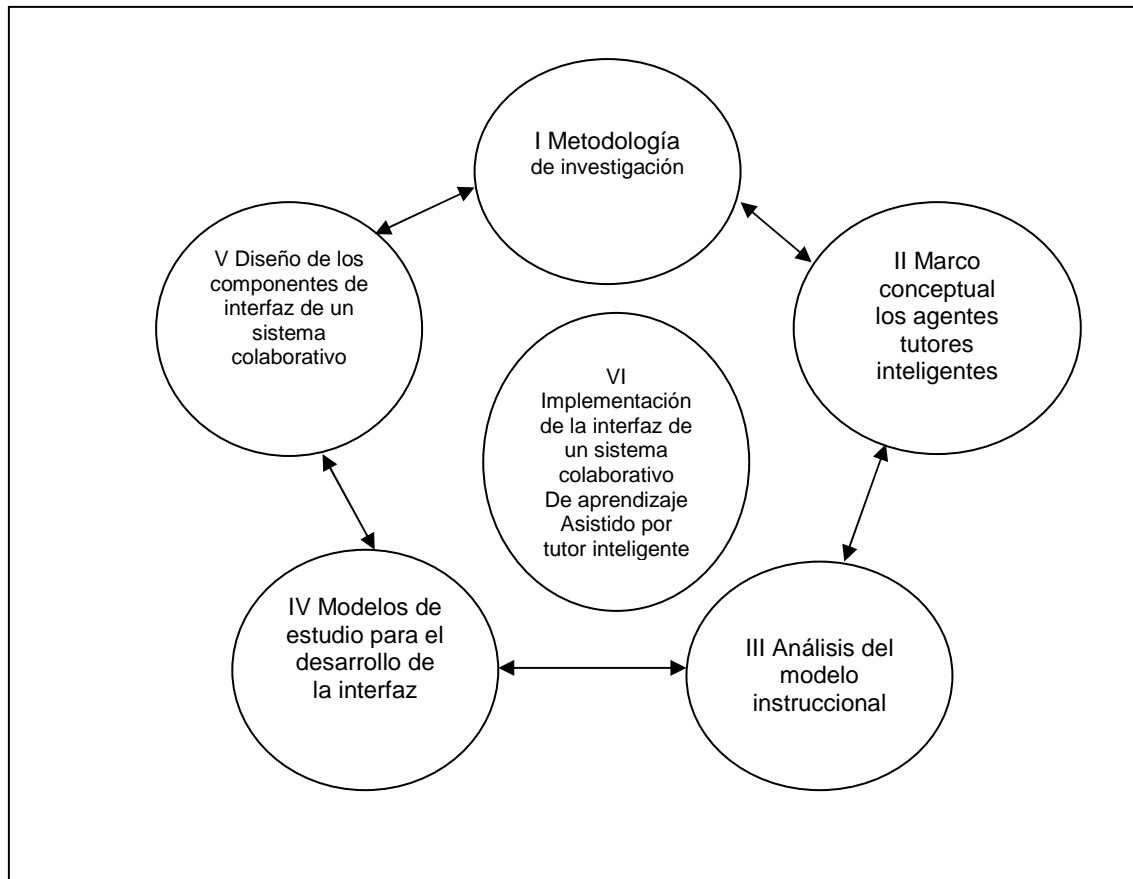


Fig.1 Mapa conceptual general de la organización del documento de investigación y sus diferentes interrelaciones. Creación del autor

CAPÍTULO I

CAPÍTULO I

Metodología de investigación

Introducción

El objetivo de este capítulo es describir la metodología empleada para la realización de la presente investigación, donde el tema central es el diseño de la interfaz para un sistema tutor inteligente. También se plantea la justificación, se describe el problema se explica la hipótesis y se formulan las preguntas de investigación, finalmente se plantean los objetivos y el alcance del trabajo de investigación de la presente tesis.

1.1 Justificación

En épocas recientes se ha desarrollado en distintas instituciones de educación superior, lo que se conoce como tutoría inteligente o electrónica, cuya particularidad es la tutoría asistida o mediada por las nuevas tecnologías de la información. Estas tecnologías pueden constituir un apoyo fundamental para las actividades de aprendizaje en general y para objetivos relacionados con la tutoría en particular. Estas tecnologías se adaptan al proceder del estudiante, identificando la forma en que éste resuelve un problema y le ayudan cuando cometa errores. Un tutor inteligente, por lo tanto: *es un sistema de software que utiliza técnicas de inteligencia artificial (IA) para representar el proceso de enseñanza-aprendizaje e interactúa con los estudiantes con el fin de enseñar un determinado dominio* VanLehn, K. (1988). Esta intención estaba plasmada en algunos de los más importantes sistemas tutores inteligentes como fueron: *Scholar* (Carbonell, 1970), *Guidon* (Clancey, 1987) *Mycin* (Shortliffe, 1976), *Sophie* (Brown et al., 1982), *West* (Burton, 1981), así como en la línea de desarrollo de los agentes pedagógicos animados que nacen de los sistemas basados en conocimientos y los sistemas de interfaces inteligentes, como los mencionados anteriormente. Estos sistemas posibilitaban que los estudiantes pudieran aprender y practicar determinadas habilidades e interactuar con el sistema por

medio de un diálogo simulando a un tutor o enseñar como si fuera uno de sus compañeros (Johnson, Rickel y Lester, 2000). Sin embargo, hoy día se puede analizar cómo estos STI carecen de una interfaz adecuada para desarrollar el aprendizaje colaborativo, es por este motivo que se propone en esta investigación el desarrollo de una interfaz para un sistema tutor inteligente de propósito general y colaborativo.

1.2 Situación problemática

En los últimos años se han desarrollado diversos esfuerzos desde el campo de las ciencias de la computación para contribuir con aportes tecnológicos en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, sin embargo uno de los mayores problemas en los sistemas tradicionales de aprendizaje asistidos por computador (CAI) es la dificultad de brindar enseñanza adaptada a las necesidades y características específicas de cada aprendiz, por esta razón se desarrollaron en el área de la inteligencia artificial los sistemas tutores inteligentes (STI), los cuales se crearon en los años ochenta con la idea de poder impartir el conocimiento utilizando técnicas de inteligencia con el fin de percibir y adaptarse a las distintas necesidades del usuario y de esta forma poder asistir y guiar de forma más eficaz al estudiante en su proceso de aprendizaje. Un STI emula el comportamiento de un tutor humano, es una simulación de un tutor que puede adaptarse al comportamiento del estudiante, identificando la forma en que él mismo resuelve un problema a fin de poder brindarle ayudas cognitivas cuando lo requiera (Cataldi, Zulma; Lage, Fernando J. ,2009; Laureano-Cruces, Terán-Gilmore, de Arriaga, El Alami, 2003; Laureano-Cruces, de Arriaga, 1998; Laureano-Cruces, de Arriaga, 2000). Los STI de propósito general fueron desarrollados con base en una mayor abstracción a nivel de interacción y adaptación a las diferentes necesidades de los usuarios, también se observó que ello impactaba en el alcance de los objetivos de aprendizaje. Una conclusión que se destacó, fue que estos sistemas podían comportarse no sólo como un tutor inteligente, sino que también eran capaces de comportarse como un miembro más de un grupo de

estudiantes. A raíz del desarrollo que ha experimentado la tecnología en los últimos años y de los resultados de las investigaciones sobre estos agentes inteligentes, se ha observado una creciente atención por estos sistemas en el sentido de mejorar la interfaz y las posibilidades de interacción con los estudiantes. Las aplicaciones típicas de agentes inteligentes son los sistemas tutores inteligentes (*systems intelligent tutors* STI) y los “compañero de aprendizaje”, (*learning companion system* LCS). Los STI simulan a un tutor autoritario que posee una estrategia de enseñanza uno a uno, que es un experto en un dominio del conocimiento y actúa como un guía, tutor o un entrenador. Este tutor, puede adaptarse según las necesidades del estudiante. En cambio los LCS, son agentes pedagógicos no autoritarios, no es un experto en un dominio e incluso puede cometer errores. Se adoptan actividades de aprendizaje colaborativas² o competitivas, como alternativas de un tutor uno a uno.

En alguno de sus roles, puede actuar igual como un tutor, o como un estudiante que enseña a otros estudiantes, colaborador, competidor, motivador, o crítico (Choua et al., 2002). Lo anterior es construido con una interfaz deficiente que no emociona a los estudiantes, y aunque parece posible concluir que la computadora puede ser inteligente y que comprende todo lo que se le dice, la pobreza gráfica de la interfaz de los STI no se justifica hoy día, ya que se cuenta con modelos y recursos avanzados para el desarrollo de una mejor interfaz. Es posible entender las carencias de interfaz por la tecnología imperante con que estos primeros tutores fueron construidos. De hecho, algunos se ejecutan hoy día en interfaz de diálogo texto rudimentaria sin ningún canal de interacción con imágenes o multimedia.

² Dentro del abanico de metodologías activas, se encuentra el aprendizaje colaborativo, caracterizado por rechazar la observación pasiva, la repetición y la memorización para promover la confrontación de opiniones, el compartir conocimientos, el liderazgo múltiple (Carrió, 2007). Según Gros (1997),

1.3 Problema

Determinar las características de la interfaz de un sistema computacional colaborativo de aprendizaje asistido por un agente tutor que atiendan los aspectos motivacionales de los usuarios, los cuales pueden ser relativos al:

- *Modelo instruccional: facilidades para la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación*
- *Modelo colaborativo de aprendizaje: uso y comprensión del método de aprendizaje*
- *Modelo de agente tutor: comprensión por parte del usuario de la conducta del agente tutor*
- *Modelo gráfico del agente tutor: operacionales es decir ¿cómo debe funcionar la interfaz para realizar para desplazar el sistema sus distintas operaciones?; usabilidad como pueden ser las relacionadas con la forma que el usuario interactúa eficientemente; simbólicas relativas a las emociones del usuario en su proceso de aprendizaje*

1.4 Hipótesis

Los sistemas inteligentes de apoyo al aprendizaje se pueden beneficiar de la aplicación del enfoque tutor vinculado a la metodología instruccional colaborativa y con una interfaz multimedia acorde para este tipo de interacción la cual podría facilitar el logro de los propósitos de esta aplicación para alcanzar objetivos de aprendizaje.

De acuerdo con Laureano-Cruces et al. (1998; 2000), el proceso de enseñanza-aprendizaje puede ser enfocado como una cooperación entre el tutor y el alumno. Estas estrategias serán elegidas con base a la medida de una serie de parámetros que constituyen el modelo del estudiante y están conformados por: errores cometidos, estilo de aprendizaje, conocimientos dominados, entre otros. Lo anterior sirve para poder decidir: qué explicar, con qué nivel de detalle, cuándo y cómo interrumpir al alumno.

También pueden ser visto como agentes activos que adaptan sus estrategias de enseñanza basándose en el los cambios que percibe del estudiante, cuando éste

se encuentra en un proceso de aprendizaje. La descripción de las estrategias de enseñanza, así como el control, son aspectos que tienen un papel importante en la construcción de los agentes tutor (Velasco-Santos, Laureano-Cruces, Mora-Torres, Herrera-Bautista, 2010).

1.5 Objetivos de la tesis

1.5.1 Objetivo general

Determinar los requerimientos operacionales, de usabilidad y emocionales para diseñar la interfaz un sistema colaborativo de aprendizaje asistido por un agente tutor.

1.5.2 Objetivos particulares:

- Analizar una metodología para determinar los requerimientos de operacionales y de usabilidad de una interfaz enfocada a proporcionar la interacción entre los usuarios y un agente tutor inteligente colaborativo.
- Fundamentar un modelo instruccional adecuado para ser implementado en un modelo de agente tutor inteligente colaborativo.
- Diseñar y desarrollar los componentes gráficos de interfaz de la propuesta para el sistema colaborativo sustentado en el modelo de interacción natural (IN) y los criterios de interfaz multimodal con el uso de agentes animados.
- Establecer los requerimientos usabilidad, accesibilidad y de interacción cognitiva entre usuario-agente, que posibilite la comunicación con los usuarios, para que pueda monitorizar cualquier proceso de trabajo colaborativo en grupos pequeños.

En consecuencia a nuestros objetivos de investigación nos hemos planteado las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuáles son los requerimientos necesarios para diseñar la interfaz de un sistema colaborativo para el aprendizaje?
- ¿Cuál sería la metodología adecuada para determinar estos requerimientos? ¿Cómo podría fundamentarse un modelo instruccional para ser implementado en un agente tutor inteligente?
- ¿Cómo debería ser modelada la conducta de este agente tutor inteligente o agente tutor?
- ¿De qué forma se podrían desarrollar los componentes gráficos de la interfaz para la interacción entre el agente, los estudiantes y el tutor humano?
- ¿Cómo deben interactuar los aprendices con el sistema de modo colaborativo?

1.6 Método de trabajo

Esta investigación se estructuró de la siguiente forma: Primero se desarrolló una investigación que constituye el marco conceptual sobre agentes tutores inteligentes luego se analizaron los diferentes modelos instruccionales, también se integró la idea de un modelo instruccional para un agente tutor con base en las características de los sistemas tutores inteligentes y modelos instruccionales, a partir de esa integración se desarrolló el modelo de conducta del agente (Laureano-Cruces, De Arriaga, García-Alegre, 2001). Después se integró con los requerimientos de interfaz derivados de los conceptos de interfaz de usuario con sus respectivos enfoques de análisis: cognitivo, predictivo, empírico, antropomórfico, hasta llegar a la síntesis de los modelos multimodales de interacción que da lugar a la Interfaz para la interacción natural con el empleo de un agente animado de apariencia humana al que llamaremos de ahora en adelante agente pedagógico. Finalmente se realizó la aplicación experimental del modelo del agente pedagógico en el sistema colaborativo y su interfaz en un dominio de conocimiento específico. En síntesis la metodología planteada para la realización de la presente investigación incluye entre otros aspectos la integración de diversos requerimientos derivados del análisis conceptual de los siguientes modelos de estudio:

- *Modelos de aprendizaje³ activo: colaborativo y cooperativo*
- *Modelos instruccional implementado en un agente tutor*
- *Modelos de sistema computacional para trabajo en grupo*
- *Modelos para el desarrollo de la interfaz de usuario*

La integración de estos requerimientos se realizó como se muestra en la figura 2.

Modelo	Requerimientos generales	Requerimientos específicos
Modelos de STI de propósito general Capítulo I	Herramientas de sistemas inteligentes	Arquitectura integrada de: Módulo experto Módulo tutor colaborativo Módulo del estudiante Modulo del tutor humano
Modelos instruccionales colaborativo Capítulo II	Herramientas para la educación	Diseño instruccional ecléctico para la: enseñanza, aprendizaje y la evaluación del aprendizaje en grupo, basado en un análisis cognitivo de tareas
Modelos computacionales para el trabajo en grupo Capítulo III	Herramientas tecnológicas para sustentar el aprendizaje en colaboración	Sistema computacional para el trabajo en grupo, basado en: Análisis del grupo Análisis global del sistema de cooperación y comunicación Análisis del la conducta del usuario en el entorno instruccional
Modelo de interfaz para la interacción grupal Capítulo IV	Sistemas de interfaz más amigables y cooperativos.	Componentes interfaz para la interacción basada en lenguaje natural con agentes animados de características humanas. Los agentes autónomos pueden utilizar esa ventaja para entablar una conversación con los usuarios de forma más natural.

Fig. 2 Tabla resumida de requerimientos para el diseño de la interfaz de un sistema para el aprendizaje asistido por un agente tutor colaborativo.

³ El modelo activo de aprendizaje seleccionado combina, el aprendizaje cooperativo y el aprendizaje colaborativo. La planificación del aprendizaje está fuertemente guiada por el agente tutor inteligente, siendo esto una característica del aprendizaje cooperativo (Dillenbourg, 2000; Ballantine y McCourt, 2007). Sin embargo, en este caso no hay reparto de tareas por parte del agente entre los miembros del equipo, sino que es el grupo quien se organiza dividiendo el trabajo, realizando el reparto de tareas y responsabilidades, o trabajando juntos para posteriormente, mediante el diálogo y la negociación, llegar al consenso en la consecución final de los objetivos marcados, lo que es un rasgo característico del aprendizaje colaborativo (Carrio, 2007). En cuanto a la formación de grupos de trabajo, se establece como condición que el número de miembros del grupo sea de 4 personas.

1.7 Alcances

La tesis propone el diseño de una interfaz en su fase de prototipo para que un sistema tutor inteligente, asista, vigile, y guíe el proceso de aprendizaje colaborativo. Sin embargo el modelo de interfaz cuenta con un alcance más amplio ya que puede aplicarse en ámbitos laborales, por ejemplo entrenamiento de grupos.

1.8 Posibles beneficios. La aplicación de la Inteligencia Artificial (IA) en la educación, constituye actualmente un campo de creciente interés donde se trata, fundamentalmente, de aplicar las técnicas de la IA al desarrollo de sistemas de enseñanza asistida por computadora con el propósito de construir sistemas de enseñanza inteligentes o sistemas tutoriales inteligentes (STI). La inteligencia de estos sistemas ha evolucionado desde la simulación de los procesos de razonamiento mediante métodos generales de resolución de problemas hasta agentes inteligentes capaces de tomar decisiones, competir por recursos y cooperar entre sí para la resolución de un problema de cualquier dominio de conocimiento como puede ser el diseño.

1.9 Aporte al campo del diseño

- Uno de los puntos medulares es la realización del análisis y diseño de una interfaz multimedia y multicanal para la Interacción dinámica, reactiva y con una función tutorial que soporte el proceso de enseñanza-aprendizaje en colaboración. Lo anterior quedaría reflejado en un agente pedagógico que actúa de forma distribuida.
- Definición del diseño de la usabilidad, accesibilidad y del sistema de interacción cognitiva, predictiva, de la interfaz que posibilita la comunicación entre aprendices y el agente pedagógico, en cualquier proceso de trabajo colaborativo en grupos pequeños bajo la metodología para el aprendizaje colaborativo. La propuesta de agente tutor que se analiza en la tesis está basada en un marco teórico sustentado en el diseño metodológico instruccional para un proceso de enseñanza-aprendizaje colaborativo de propósito general.

- Basándonos en este marco teórico se deriva la siguiente metodología propuesta para que el agente pedagógico pueda seguir un proceso de monitorización, que supervise la actividad de un grupo de aprendices en distintos dominios, los cuales pueden ser: aprendizaje cognitivo en grupo, entrenamiento y capacitación de equipos, coordinación de grupos en áreas laborales.

1.10 Resultados

Se obtuvo un conjunto de datos que muestran el beneficio de su aplicación en distintos campos del conocimiento y su eficacia frente a los sistemas tradicionales de enseñanza y que al mismo tiempo permiten mejorar los requerimientos del diseño de la Interfaz. Los cuales están vertidos en el anexo 1 en la sección de informes. Se implementó el agente pedagógico que se define a continuación:

Mytutor. Es un agente pedagógico desarrollado en la modalidad de compañero de aprendizaje para apoyar, monitorizar, y coordinar la instrucción bajo la metodología del aprendizaje colaborativo. Es un agente pedagógico no autoritario, no es un experto en un dominio de conocimiento e incluso puede cometer errores, y se adecua a las actividades de aprendizaje colaborativas o competitivas, como alternativas de un tutor uno a uno.

Conclusiones del capítulo I

La metodología planteada en este capítulo constituye la base para lograr una comprensión del problema y una posible solución al diseño de una interfaz representada por un agente pedagógico con énfasis en el proceso de enseñanza-aprendizaje colaborativo. Esta metodología potencia las posibilidades instruccionales y cualidades del agente pedagógico con el fin de ser incluidas en cualquier proyecto educativo. Lo anterior con el fin de mejorar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje ya que la teoría predice que un agente pedagógico cuenta con mayor usabilidad y esto mejora la interacción de los usuarios de los STI. La hipótesis de una interfaz con características de un agente animado para STI, adaptable a las necesidades particulares de cada uno de los estudiantes, acompañada de un ambiente colaborativo es una opción deseable,

en las instituciones de educación superior, que ya poseen los recursos informáticos básicos necesarios tales como redes, internas de computadoras. Con la implantación de este tipo de sistemas, se pueden obtener ventajas como son: disminuir la carga de los docentes en los cursos con altos índices de alumnos respecto de los profesores, personalizar el ambiente de aprendizaje sin requerir más recursos humanos y a la vez se pueden flexibilizar los horarios de estudio para los estudiantes, permitiendo interactuar de forma síncrona o asíncrona con el sistema según el propio ritmo de estudios.

La metodología se propuso como una guía flexible, sin embargo fue necesario una adecuación por la naturaleza de la investigación, ya que el problema de diseño sea bordó desde tres perspectivas:

- La primera representó el estudio descriptivo de los sistemas tutores inteligentes con énfasis en las ciencias de la computación principalmente inteligencia artificial. Lo anterior debido a que se está emulando un comportamiento humano siendo este el proceso de enseñanza-aprendizaje encapsulado en un SEI que cuenta con una interfaz que es el agente pedagógico.
- La segunda perspectiva implica a modelos instruccionales desde la metodología de las teorías del aprendizaje con un enfoque combinado.
- Finalmente la tercera implica el estudio de los modelos para el desarrollo de la interfaz. El resultado de estos análisis nos proporcionó los datos de los requerimientos que se han integrado en una matriz donde se relacionaron los requerimientos derivados de los diferentes campos de estudio abordados en la presente tesis. Esta metodología desde nuestra perspectiva es adecuada para el desarrollo de un proyecto de diseño de interfaz que implique el uso de las nuevas tecnologías, o bien tecnologías establecidas desde diversas áreas del conocimiento, que nos sirven para sustentar nuestra interfaz para un sistema de aprendizaje colaborativo asistido por un agente pedagógico.

En los siguientes capítulos nos adentraremos en el estudio del marco conceptual integrado en primer término por un análisis del estado del arte de los sistemas tutores inteligentes, para llegar a establecer un marco de referencia con respecto al proyecto en cuestión. Para ello se hace énfasis en los distintos modelos instruccionales y los distintos métodos para el desarrollo de sistemas computacionales para el aprendizaje en grupo. En este marco conceptual es de singular importancia el análisis de la interfaz desde el punto de vista del usuario para llegar a la implementación de los componentes necesarios.

CAPÍTULO II

CAPÍTULO II

Marco conceptual: Los sistemas tutores inteligentes

Introducción

Este capítulo tiene como objetivo analizar, sistematizar, y definir el concepto de sistemas tutores inteligentes (STI) como agentes pedagógicos con el propósito de establecer el marco conceptual de la investigación. También explicamos por qué adoptamos el modelo de sistema compañero de aprendizaje, como alternativas de un tutor uno a uno y en correspondencia con el modelo instruccional de aprendizaje colaborativo y el sistema computacional distribuido de interacción que estamos proponiendo.

2.1 Agente inteligente

Para Russell y Norvig (2000) un agente es cualquier cosa capaz de percibir su medioambiente a través sensores y accionar en ese medio mediante actuadores. Es decir todo agente tiene una función u objetivo. Arroyo (2004) menciona que un agente inteligente trata de maximizar el valor de una medida de rendimiento, dada la secuencia de percepciones que ha observado hasta el momento, esto es posible ejemplificarlo de la siguiente forma: un agente inteligente tiene un objetivo abstracto (p.e. ofrecer a un usuario información interesante), tiene una forma de evaluar si esa información es interesante (p.e. el usuario lee la información sugerida), tiene unos actuadores (p.e. una caja HTML donde presenta enlaces interesantes) y tiene unos sensores (p.e. un conjunto de sitios web para recoger información y filtrar la que sea interesante y el conjunto de clicks que puede hacer o no el usuario de todos esos sitios web). La pregunta ahora es ¿cómo mejorar ese rendimiento? La respuesta está en la siguiente afirmación de Peter Norvig (2000):

La programación estructurada tiene asociadas las aplicaciones basadas en funciones de entrada/salida:

La programación orientada a objetos, las aplicaciones basadas en eventos y la programación orientada a agentes es adaptativa a las condiciones del entorno. Es decir, la respuesta a nuestra pregunta es, sería utilizar programación basada en agentes con el fin de contar con un proceso de enseñanza-aprendizaje que se adapte a los distintos usuarios.

Sin embargo, el deseo de desarrollar software adaptativo no es la única razón para utilizar una metodología de programación orientada a agentes. Los agentes tienen su campo de cultivo en la Inteligencia Artificial Distribuida (IAD), que como su nombre indica, es la rama de la Inteligencia Artificial que trata de resolver de manera distribuida sus problemas, aprovechando así las ventajas propias de la programación distribuida: robustez, paralelismo, oportunismo, vistas locales y escalabilidad.

Desde un punto de vista de ingeniería de software este paradigma también supone una evolución a las necesidades de reutilización y encapsulamiento del código. Partiendo de la programación orientada a objetos, el mundo está compuesto por elementos llamados objetos que tienen atributos a los que es posible aplicarles métodos y estos pueden abstraerse a clases y estas clases pueden abstraerse en otras clases de las que heredan métodos y/o atributos o de las que se componen. En el caso del paradigma orientado a agentes se cumplen todas estas características además de la autonomía que se establece al colocar en estos agentes objetivos específicos que les permiten interactuar con el entorno y con otros agentes en el instante oportuno.

2.2 Los sistemas tutores inteligentes

Como se ha mencionado anteriormente los sistemas tutores inteligentes (STI) comenzaron a desarrollarse en los años ochenta con la idea de poder impartir el conocimiento usando alguna forma de inteligencia para poder asistir y guiar al estudiante en su proceso de aprendizaje. Se buscó emular el comportamiento de un tutor humano, es decir a través de un sistema que pudiera adaptarse al comportamiento del estudiante, identificando la forma en que el mismo resuelve un problema a fin de poder brindarle ayudas cognitivas cuando lo requiera

(Laureano-Cruces et al., 1998; 2000). Un tutor inteligente o agente tutor, por lo tanto: es un sistema de software que utiliza técnicas de inteligencia artificial (IA) para representar el conocimiento e interactúa con los estudiantes para enseñárselo (VanLehn, 1988). Wolf (1984) define los STI como:

Sistemas que modelan la enseñanza, el aprendizaje, la comunicación y el dominio del conocimiento del especialista y el entendimiento del estudiante sobre ese dominio. También es un sistema que incorpora técnicas de IA (Inteligencia Artificial) a fin de crear un ambiente que considere los diversos estilos cognitivos de los alumnos que utilizan el programa (Giraffa, 1997).

Un desarrollo importante son los agentes pedagógicos animados que nacen de los sistemas basados en conocimientos y los sistemas de interfaces inteligentes. Estos agentes pedagógicos se convierten en las interfaces de los STI. Estas interfaces con características humanas, cuentan con una mayor usabilidad. Existen tres diferentes acercamientos. Rickel y Lester mencionado en (Laureano-Cruces A. L, 2000) cuentan con toda una investigación que a continuación se menciona:

Rickel y Johnson desarrollan un agente autónomo con propósitos pedagógicos dentro de un entorno virtual de aprendizaje. Los entornos virtuales son utilizables en entrenamiento, especialmente donde la vida depende de ello; como es combate aéreo, o en procesos de manufactura complejos.

El dominio representado en el entorno está relacionado con el entrenamiento de uso y compostura de maquinaria compleja. El agente en cuestión se llama Steve y está capacitado para verificar y manipular entornos virtuales dinámicos. También puede adoptar distintas formas como el de una figura humana o manos que realizan tareas de apuntadores.

Steve utiliza una serie de capacidades inteligentes durante sus interacciones con el estudiante y el entorno que le permiten realizar acciones de: revisión o ejecución de un plan, explicaciones y un proceso de monitorización sobre el desarrollo del estudiante.

Un agente virtual autónomo puede ser de invaluable valor cuando los estudiantes no reconocen que sus acciones son inapropiadas o simplemente no son óptimas;

en cuyo caso un agente virtual puede intervenir con consejos apropiados. Otras veces pueden encontrarse con situaciones que no son familiares y debido a la insuficiencia de conocimiento para afrontar la situación se podrían ver beneficiados si tuvieran alguien que les guiará, contestará sus dudas o mostrara el procedimiento. Otro aspecto importante es que pueden simular el hecho de perder personal, permitiendo al estudiante entrenarse en tareas multi-persona sin necesidad de otros humanos.

Steve 'habita' en el entorno virtual y registra constantemente el estado del entorno; el cual periódicamente controla a través de acciones virtuales. El objetivo de Steve es ayudar en el aprendizaje del desarrollo de tareas procedurales; como la operación y reparación de dispositivos complejos. Todas estas habilidades tutoriales están integradas en un agente.

Steve consta de dos componentes: 1) el cognitivo implementado en SOAR que maneja el procesamiento cognitivo de alto nivel y 2) el que maneja el motor de detección. El componente cognitivo: interpreta el estado del mundo virtual, lleva a cabo planes para lograr objetivos y toma decisiones con respecto a acciones. El componente del motor de detección es la interfaz de Steve al mundo virtual, permitiendo al componente cognitivo percibir el estado del mundo virtual y provocar cambios en él.

En el caso de Steve podríamos considerar al componente cognitivo como un sistema experto inteligente (SEI), capaz de decidir cuándo, cómo y qué decir.

En el trabajo de Lester y Stone mencionado en Laurenao-Cruces (2000) se enfatiza la confianza basada en la credibilidad que estos agentes pedagógicos deben dar al estudiante. La confianza es producto de dos fuerzas: la calidad visual del agente y la maquina-de-secuencias-de-comportamientos que los administra. Esta administración se realiza en base a la evolución de las interacciones con el usuario.

Lester y Stone desarrollan un marco para estos agentes representados por distintos comportamientos de animación pedagógica, de acuerdo a sí son o no son propicios en ese momento. El derecho de hacerse presentes depende de sí son o no apropiados para una determinada situación en curso con el usuario.

Estos comportamientos compiten por el derecho de ser exhibidos. Asociados a ellos está un parámetro que se llama fuerza-de-exhibición, la cual es una medida del grado de propiedad para aparecer en el estado en curso. El administrador de comportamientos decrementa o incrementa este parámetro. En cada tic de reloj se les premia o se les penaliza con puntos de acuerdo a si son o no propios para ese momento. A continuación el administrador analiza ese puntaje entre todos los elegibles evaluando sus parámetros de acuerdo a: la historia de la solución del problema desarrollada por el estudiante y la historia del comportamiento de ese agente. El más fuerte es el elegido permitiendo que se exhiba. Posteriormente es marcado como exhibido y se le pone a cero su fuerza-de-exhibición y continúa la competencia.

Estos agentes están implementados en un entorno de biología y psicología. Los diferentes comportamientos están representados en un insecto que se llama Hernan. Él está capacitado para poder: volar, crecer, nadar, pescar, caminar, brincar y realizar series acrobáticas.

Un punto importante en esta implementación es la capacidad de generar distintos comportamientos ad-hoc a los motivos pedagógicos y la forma del administrador de comportamientos para premiarlos o penalizarlos; que es registrando el desarrollo y comparándolo con los comportamientos ad-hoc para determinadas situaciones. Una vez que se elige un comportamiento este es un agente autónomo que es capaz de interactuar con el estudiante.

2.2.1 Sistemas tutores inteligentes

Los STI simulan a un tutor basado en el discurso que posee una estrategia de enseñanza uno a uno, el cual es un experto en un dominio del conocimiento y actúa como una guía, tutor o un entrenador. Este tutor, puede adaptarse según las necesidades del estudiante. A estos sistemas se ubican en el punto de intersección entre las ciencias de la computación, con ingeniería de software e inteligencia artificial, pedagogía y la psicología cognitiva (Polson y Richardson, 1998, Johnson et al. 1998; Laureano-Cruces et al. 2000). Las aplicaciones clásicas de STI cuentan con interfaces clásicas en el sentido de que son marcos de trabajo parecidos a la tarea cognitiva que se emula y los agentes pedagógicos

reciben el nombre de *compañero de aprendizaje*, en inglés *learning companion system* (LCS).

2.2.3. Sistemas Tutores Inteligentes basados en agentes reactivos

Franklin y Graesser, luego de analizar una serie de definiciones relacionadas con el concepto de agente, de manera natural incorporan una característica, la cual permite distinguirlos de los programas tradicionales: *la autonomía* debido a la cual es posible identificarla como la característica más consensuada entre los investigadores en el área:

Un agente autónomo es un sistema situado dentro de un entorno, que siente el entorno y actúa sobre él a lo largo del tiempo, lo anterior, en busca de su propia agenda, así como de los efectos que éste sentirá en un futuro (Franklin, S. & Graesser, A. 1996; Laureano-Cruces, et al. 1998;2000, Laureano-Cruces et al. 2005). De acuerdo a Aguilar, R. y de Antonio, A. (2004) al parecer, la capacidad de autonomía por sí sola no basta para considerar a los agentes como entidades inteligentes, sino más bien es su capacidad para responder de manera adecuada ante las situaciones cambiantes en el entorno. Wooldridge M. (1999) describe a esta capacidad de flexibilidad como una cualidad poseedora de tres propiedades, las cuales, aparte de la de autonomía, representan características básicas de los agentes inteligentes las cuales se describen a continuación:

- *Reactividad.* Mediante esta cualidad los agentes al percibir su entorno tienden a reaccionar apropiadamente a los cambios que ocurren en él. Reactividad de la conducta de un agente significa que cada estrategia didáctica está ensamblada como una secuencia de acciones didácticas en las que interviene el agente tutor ya que se muestran los distintos comportamientos que exhibe el agente tutor de acuerdo a las distintas entradas que percibe; mismas que son el producto de percibir el estado de aprendizaje del alumno. En este sentido Laureano-Cruces et al., (1998; 2000; 2003; 2005), (Laureano-Cruces, Ramírez-Rodríguez, de Arriaga, Escarela-Pérez, 2006). *proponen un procedimiento para desarrollar un modelo mental cualitativo.*

- *Pro-actividad.* Se fundamenta en la idea de que los agentes no simplemente actúan en respuesta a su entorno, incluso son capaces de exhibir un comportamiento orientado al objetivo, pero de una manera en la que son ellos los que toman la iniciativa.
- *Habilidad social.* Se dice que los agentes requieren de comunicarse, e interactuar con otros agentes, para la consecución de sus objetivos, incluso en algunos casos deben ser capaces de negociar, y cooperar con ellos.

2.2.4 Agente pedagógico

Profundizando en los conceptos sobre los agentes pedagógicos y como fueron utilizados en el proyecto en cuestión explicamos que en esta investigación adoptamos el modelo del agente pedagógico tipo compañero en este caso está basado en una didáctica general con características tipo coach (entrenamiento y consejos), y centrada en los aspectos del proceso de enseñanza-aprendizaje colaborativo o competitivas. No son expertos en un dominio de conocimiento e incluso puede cometer errores. En alguno de sus roles, puede actuar igual que un tutor distribuido, o un agente capacitado como estudiante/profesor (estudiante que enseña a otros estudiantes), colaborador, competidor, motivador, crítico (Choua et al., 2002). En especial, estos sistemas que apoyan a estudiantes desde la perspectiva de un compañero, pueden colaborar o competir con el estudiante humano. Los tres elementos son característicos de un agente pedagógico como compañero de aprendizaje (LCS) son:

- *El estudiante*
- *El compañero de aprendizaje simulado por computador*
- *El tutor (humano real), (Chan y Baskin, 1988, 1990)*

Como su nombre lo indica, el compañero de aprendizaje actúa como compañía durante las actividades de aprendizaje, al igual que el alumno, el compañero aprende del tutor o profesor y colabora o compite con el estudiante (humano). Chan y Baskin hablan sobre tres protocolos de aprendizaje entre el alumno y el

compañero de aprendizaje en un LCS. Los cuales se pueden definir en tres estrategias de usos de estos sistemas:

- **Competencia.** *Cuando el agente inteligente, trabaja en forma independiente con una perspectiva de competición;*
- **Sugerencia.** *Cuando el agente inteligente colabora por medio de sugerencias;*
- **Colaboración.** *Cuando, por medio de una colaboración activa, con responsabilidad compartida, participa y apoya al estudiante humano.*

Acorde con el nuevo enfoque llamado *aprender enseñando* (Ramírez, 2000), en el que se propone que el agente pedagógico como compañero de aprendizaje pueda enseñar a su compañero de aprendizaje. Desde este punto de vista, se lograría que el agente como compañero proporcione a su compañero conocimiento y ejemplos. *Puede darse a través de la observación la posibilidad de aprender del compañero al ver como éste resuelve los problemas y así él puede explicarse por qué la solución propuesta por su compañero de aprendizaje es correcta o incorrecta.* Incluso, estos agentes pedagógicos pueden acercarse al estudiante humano con la idea de que el usuario *aprenda a aprender*, en la medida que estos últimos enseñan *a su compañero de aprendizaje*. En este punto, se trata que el estudiante proporcione conocimientos y ejemplos al sistema, de esta manera podrá observar cómo éste resuelve los problemas, y luego, el estudiante explica si la solución es correcta o no y por qué (Choua et al., 2002).

Durante la última década, varios estudios sobre el tema han considerado diferentes protocolos para varias actividades de aprendizaje social, dado que éste permite al alumno interactuar con otras personas, tutores o sus pares durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Estos agentes pedagógicos proporcionan a los estudiantes recursos que pueden clasificarse en: contenidos (libros, bibliotecas, museos, bases de datos, etc.), soporte computacional (software) y comunidad (compañeros de estudio). De esta manera el estudiante cuenta con múltiples medios y de un contexto, por lo que el agente es presentado en un

ambiente de aprendizaje social. Un agente no solo puede imponer sus perspectivas en el estudiante, sino que también estimula el aprendizaje y colabora entre los estudiantes. (Aimeur y Frasson, 1996). Existen diferentes tipos de agentes pedagógicos:

- *Para motivar a distintos grupos*
- *Para enseñar en procesos de aprendizajes sociales*
- *Que son alborotadores e incluso proporcionan opiniones erróneas*

Estos últimos, pretenden entregar un elemento disonante entre lo que el estudiante sabe y lo que el agente le sugiere, de manera que obligan al estudiante a buscar nueva información para reducir la disonancia (Choua et al., 2002). En definitiva, estos agentes pedagógicos permiten aumentar los canales de comprensión y comunicación, ancho de banda (bandwidth) entre el computador y los estudiantes, así como aumentar la habilidad del sistema de comprometerse y motivar a los estudiantes (Johnson et al., 2000).

2.3 Clasificación de agentes tutores

Uno de los componentes de los STI es el módulo experto, este es el lugar donde se encuentra el conocimiento específico y detallado obtenido de los expertos humanos y que se pretende enseñar (Laureano-Cruces, 2000; Laureano-Cruces et al. 2000), en este punto lo que nos interesa es cómo codificar el conocimiento y cómo representar la experticia. De acuerdo con la clasificación de Anderson, (1988) los STI pueden ser también agentes expertos y cognitivos, él los explica de la siguiente forma: en principio agrupa los modelos de agente en tres categorías (Ibídem):

- *Los modelos de caja negra,*
- *Los modelos de caja de cristal y*
- *Los modelos cognitivos*

En la siguiente figura 3 se muestra la tabla de clasificación de tipo agentes.

Tabla de clasificación de modelo de agentes

Modelo de caja negra Experto	Modelo de caja de cristal Experto-tutor	Modelo cognitivos Agente tutor
Son capaces de resolver problemas sobre el dominio. Las soluciones a dichos problemas se usan como ejemplo para los alumnos y para determinar si las soluciones presentadas por éstos son o no correctas. Sin embargo, los cálculos internos que se realizan o bien no están disponibles o bien están expresados en términos que el alumno no puede comprender. Un ejemplo típico es un programa que juega a las damas buscando entre las millones de jugadas que se crean a partir de los movimientos posibles. El objetivo del sistema no puede ser enseñar al alumno esta estrategia de resolución de problemas, puesto que no es así como juegan los humanos. Sin embargo, las soluciones así generadas aún resultan útiles para el proceso de enseñanza.	En este modelo, cada paso en el razonamiento puede ser revisado e interpretado. Para construir un modelo de caja de cristal, se debe utilizar la misma metodología que la usada en un sistema experto. El experto humano en el dominio y el ingeniero de conocimiento trabajan juntos para definir el espacio, identificar y formalizar los conceptos claves, diseñar un sistema en el que implementar el conocimiento y probar y refinar este sistema. Son ejemplo: <i>Guidon</i> (Clancey, 1987) que reutiliza el módulo experto del sistema <i>Mycin</i> (Shortlife, 1976) para enseñar conocimientos relativos a enfermedades infecciosas.	Simulan al humano en el uso del el conocimiento que se quiere enseñar. El objetivo es descomponer el conocimiento en componentes con significado, y usar ese conocimiento de modo similar al humano. Este tipo de modelo experto se puede comunicar con un alumno de forma mucho más extensa pero, la construcción de modelos cognitivos es un proceso muy complicado y que consume mucho tiempo, y se plantea la necesidad de determinar qué componentes psicológicas son esenciales para modelar el aprendizaje y cuáles pueden ser sacrificadas a cambio de una menor complejidad computacional. En este sentido como se ve a partir de los trabajos realizados por Anderson y su equipo en sus tutores cognitivos (Anderson, Corbett <i>et al.</i> , 1995).

Fig. 3 Tabla de clasificación de agentes en tres categorías: los modelos de *caja negra*, los modelos de *caja de cristal* y los modelos *cognitivos*. Fuente Anderson (1988)

Bajo el enfoque de Anderson (1998) en relación al modelo de agente cognitivo es posible argumentar que el proceso de aprendizaje puede beneficiarse de la teoría instruccional del aprendizaje colaborativo y su implementación con un sistema de aprendizaje inteligente, los cuales en afirmación de Laureano-Cruces (2000), enfocan el proceso de aprendizaje como una cooperación entre el tutor y el alumno.

2.3.1 Trabajos relacionados

A continuación en la figura 4 se muestra otra clasificación de los trabajos sobre STI basada en su dominio de conocimientos y características:

STI	Autor	Año	Dominio	Características	Elemento principal de Interfaz
Scholar	Carbonell	1970	Geografía	Lenguaje natural	Texto y diagramas
Why	Stevens, Collins,	1977	Meteorología	Diálogo Socrático	Texto
Sophie	Bronwn, Burton	1977	Electrónica	Texto diagramas	Interface NLP
Wusor	Goldstein	1979	estrategia	Estructura superpuesta	Diagramas
Guidon	Clancey	1981	Reglas	Primer STI tipo caja de cristal	Imágenes texto
West	Burton	1981	Estrategia	Entrenamiento y ejemplos	Texto imágenes
Buggy	Brown	1981	Aritmética	Conocimiento incorrecto	texto
Debuggy	Burton, VanLehn	1982	Aritmética	Diagnostico	Texto imágenes
Steamer	Sleman	1984	Diseño de calderas	Simulación modelo mental	Texto imágenes diagramas
LMS	Sleeman	1984	Algebra	Reglas MAL	Texto
Memo-Tutor	Wolf	1984	Programación	Gerenciamiento del discurso	Texto
Proust	Johnson	1984	Programación	Diagnostico de intenciones	Texto
ACTP	Anderson	1984	Tutor de Lisp	Modelado cognitivo	Texto imágenes
Sierra	VanLehen	1987	Aritmética	Predicción de errores	Texto
Sherlock	Lesgold, kast	1991	Electrónica	Aprendizaje cognitivo	Texto, diagramas imágenes
CircSim	Evens, Michael, Rovick	1996	Medicina	Aprendizaje cognitivo	Multimedia
Makatziná	Laureno-Cruces	2000	Estructruas Triangulares	Modelo Cognitivo	MultiMedia
Steve	Rickel y Johnson	2001	entrenamiento de uso y compostura de maquinaria compleja	agente reactivo autónomo con propósitos pedagógicos	Entorno virtual

Fig. 4 Tabla de clasificación de características de algunos de los principales agentes tutor. Fuente Kinshuk (1996)

Es posible observar en esta clasificación de los STI, el dominio al que se orientaba, sus características, así como el tipo de interfaz utilizada, también es posible observar su orientación cognitiva.

2.4 Descripción de los principales agentes tutores inteligentes desarrollados en las últimas décadas

2.4.1 Scholar

Las investigaciones en el campo de los ITS *intelligent tutor sistem*, (en español sistemas tutores inteligentes STI), comienzan con la disertación de Carbonell J. en 1970, quien diseña y construye el primer resultado en esta área: En el sistema *Scholar*, Carbonell desarrolla un nuevo paradigma de trabajo que se diferencia de los sistemas tradicionales CAI *computer assisted instrution* (en español instrucción asistida por computadora) como se muestra en la figura 5 una tabla comparativa:

Unidad instruccional básica	Sistemas CAI tradicionales	Paradigma STI de Carbonell
Lecciones o conocimiento a transmitir	Bloques de materia o frames	La red semántica se almacena en nodos de la red.
Interacción con el alumno	<ul style="list-style-type: none"> Las lecciones se presentan sucesivamente al alumno siempre en el mismo orden. El alumno no puede hacer preguntas libres, tiene que adaptarse a lo previsto por el creador del sistema. 	<ul style="list-style-type: none"> El proceso se desarrolla basándose en el método socrático, es decir a partir de diálogos. Las respuestas a las preguntas del alumno se determinan recorriendo la red semántica, lo cual le permite a este un mayor grado de libertad.

Fig. 5 Tabla de diferencias de los sistemas CAI con ITS. Fuente Carbonel (1970)

De acuerdo a Carbonell, para una mejor comprensión en la figura 6 presentamos en una tabla los componentes clásicos de un STI: *modulo experto, modulo de estudiante, modulo tutor y modulo de interfaz*.

Tabla de Componentes de *Scholar* agente cognitivo

Componentes de un STI	Ejemplo de dominio de trabajo: Geografía de Sudamérica
Un módulo del dominio o modulo experto: es el que define el dominio del conocimiento,(que enseñar; un sistema tutor inteligente para actuar de manera adecuada, su módulo experto debe mostrar el conocimiento de la misma forma que lo hacen los humanos	<ul style="list-style-type: none"> • El conocimiento se representa en una red semántica • La red se organiza de forma jerárquica de acuerdo a relaciones del tipo: SUPERPARTE, SUPERCONCEPTO y SUPERATRIBUTO • Se pueden realizar inferencias simples a partir de las relaciones anteriores. Por ejemplo: Santiago existe en Sudamérica, pues Santiago está en Chile y Chile está en Sudamérica
Modelo del Alumno o Un módulo del estudiante: que es capaz de definir el conocimiento del estudiante en cada punto durante la sesión de trabajo, diagnostico, evaluación	<p>La red puede modelar el conocimiento del alumno a partir de las siguientes consideraciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Al inicio: Red Completa = Conocimiento del alumno perfecto • Al trabajar: La red sufre perturbaciones que reflejan las habilidades del alumno • Una perturbación = Eliminar y/o Modificar Nodos y Enlaces (de manera virtual)
Experto Tutor: Un módulo del tutor: que genera las interacciones de aprendizaje basadas en las discrepancias entre el especialista y el estudiante	<p>La estrategia pedagógica consiste en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar tópicos relevantes dentro del tema actual, o bien • Hacer selecciones al azar: Por ejemplo: Si el estudiante solicita información sobre Perú, SCHOLAR escoge entre los diferentes tópicos posibles aquellos que resulten de mayor importancia. La importancia de un tópico se define como: Distancia entre nodos en la red y pesos asociados a los nodos
Interfaz: Una interfaz con el usuario: que permite la interacción del estudiante con un STI de una manera eficiente (conocimiento sobre cómo presentar los contenidos)	p.e. en lenguaje natural a partir de un subconjunto del inglés.

Fig. 6 Tabla de componentes de *Scholar*. Fuente Carbonell (1970)

La siguiente imagen muestra una parte de la red semántica diseñada y construida por Carbonell:

Red semántica construida por Carbonell

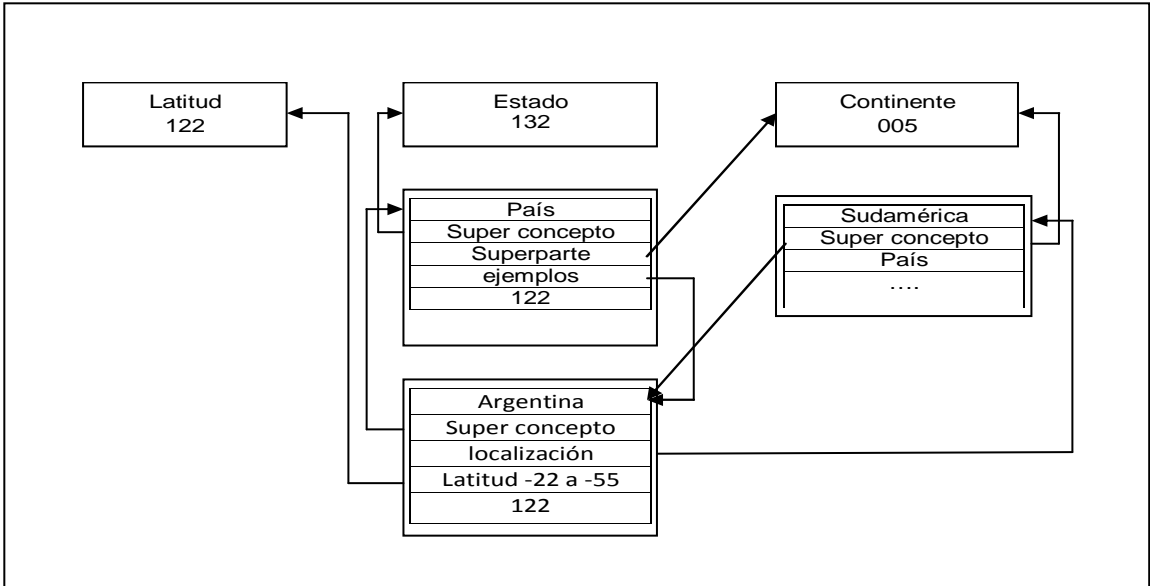


Fig. 7 Parte inicial de la red semántica diseñada y construida por Carbonell. Fuente <http://www.uned.es/pfp-internet-y-educacion/scholar.html>

El sistema cuenta con una interfaz de lenguaje natural con vocabulario limitado. El texto se genera a partir de plantillas de oraciones y preguntas. El control de la sesión está repartido, pues tanto el estudiante como el sistema pueden tomar la iniciativa haciendo preguntas (Wenger, 1987). La figura 8 se muestra un ejemplo de diálogo con *Scholar*.

Ejemplo de diálogo con *Scholar*

SCHOLAR: - ¿Cuál es el área aproximada de Brasil?	Estudiante- 2,500,000 millas cuadradas
SCHOLAR: - Mal. Por favor, indica si esto es correcto: El área de Paraguay es aproximadamente 47,432 millas cuadradas	Estudiante - Error
SCHOLAR - No te puedo entender. Escribe correctamente	Estudiante:- Incorrecto
SCHOLAR:- ¡Muy bien!	

Fig. 8 Ejemplo de diálogo con *Scholar*. Fuente Wenger (1987)

2.4.2 Why

Los investigadores Stevens y Sollin en 1987 desarrollaron este sistema tutor para la enseñanza del proceso pluvial. El paradigma educativo en que *Why* se basa es el método socrático, en el que la instrucción consiste en cuestionar las respuestas del estudiante para hacerlo examinar su validez, encuentra contradicciones y hace inferencias correctas. Para lograrlo se utilizaba una limitada interfaz de lenguaje natural. La representación del dominio del conocimiento se basaba en *scripts* jerárquicos, series de ranuras que describen las secuencias de eventos que pueden suceder en una situación conocida, estableciendo las relaciones temporales y causales entre los distintos eventos. Los eventos representan a su vez condiciones de entrada, resultados, propiedades y actividades. Además, cuenta con una base de reglas de producción, donde la condición es la última respuesta del alumno (el sistema no tiene memoria), y el consecuente, la acción que *Why* propondrá a continuación. (Beutelspacher, 1995). La figura 9 muestra un ejemplo de diálogo con *Why*.

Ejemplo de diálogo con Why

Why:	- ¿Por qué se da el arroz en China?
Estudiante:	- Porque en China hay agua
Why:	- ¿Tú piensas que en todo lugar donde hay agua se puede dar el arroz?
Estudiante:	-Si

Fig.9 Diálogo del usuario con el sistema tutorial inteligente *Why*. Fuente (Wenger, 1987)

2.4.3 Sophie (Brown et al., 1982)

Sophie (En inglés, *Sophisticated Instructional Environment*) traducido como: Entorno Sofisticado de Instrucción. Su modelo también llamado de caja negra (explicado en la clasificación de (Anderson, 1988). En este tipo de representación, el conocimiento es compilado, es *decir*, la respuesta a una pregunta es obtenida con base en las entradas y salidas, dando una medida de la exactitud de los resultados, pero no tenemos acceso a los detalles o razones de las decisiones que tomó el agente.

Sophie es un ejemplo clásico de tutor o agente experto de caja negra (Brown, Burton y Bell, 1975), y utiliza un simulador electrónico de uso general. La idea era enseñar a los estudiantes a encontrar fallas en un circuito electrónico. El profesor utiliza el simulador para determinar si las medidas que el estudiante tomó en varios puntos del circuito eran correctas (Laureano y de Arriaga, 1999; Laureano y de Arriaga, 2000). El simulador trabaja sobre la base de un conjunto de ecuaciones, no como lo haría un humano, y por lo tanto no es posible que el sistema pueda dar una explicación detallada de sus decisiones. Como menciona Laureano y de Arriaga (2000) Este tipo de representación se pueden utilizar en entornos de aprendizaje reactivo, que muestran al estudiante o no la operación ejecutada correcta y posiblemente el siguiente movimiento adecuado. Esta combinación de la caja de negra y tutor reactivo es un enfoque interesante para ser utilizado en la construcción de una STI basado en sistemas expertos (no limitada al modelo de caja de negra).

En el caso de *Sophie* el tutor mostró buenos resultados con un entorno reactivo, aunque las versiones más recientes se hicieron (Brown, Burton y de Kleer, 1982), donde un modelo causal de circuitos se incorporó, orientada a permitir que la explicación detallada de las decisiones. Sin embargo, un STI no debe limitarse a decir si la decisión es correcta o incorrecta, también debe saber que puntos son fundamentales o explicarse con más detalle. En lugar de tratar de imitar a un maestro, *Sophie* crea un ambiente en el cual el estudiante aprende probando sus ideas. Para lograr esto, tiene un poderoso modelo del dominio del conocimiento, junto con numerosas heurísticas para contestar a las preguntas del estudiante, generar contraejemplos y para criticar constructivamente sus decisiones.

Sophie tiene un esquema de inferencia que utiliza múltiples representaciones del conocimiento (Seely, 1975; Woolf, 1984; Molnar, 1997):

1. Modelo de simulación del microcosmos (circuitos eléctricos)
2. *Especialistas procedurales* con reglas lógicas y estrategias heurísticas para aprovechar el modelo de simulación

3. Redes semánticas para representar el conocimiento de hechos constantes
4. Gramática semántica, que reemplaza las típicas categorías sintácticas (sujeto, verbo) con categorías semánticamente significantes (resistencia, transistor); para cada concepto hay una regla gramática con formas alternativas de expresarlo y comprenderlo

La figura 10 muestra el cuadro un ejemplo de esta interacción por diálogo.

Diálogo del usuario con *Sophie*

Estudiante:	- ¿Cuál es el voltaje del emisor base del transistor limita-voltaje?
Sophie:	- bse = base. El voltaje del emisor base de q5 es -0.047 voltios
Estudiante:	- ¿Qué hay del transistor limita-corriente?
Sophie:	- El voltaje del emisor base de q6 es -0.349 voltios
Estudiante:	- ¿Cuál debería ser?
Sophie:	- En un circuito sano el voltaje del emisor base de q6 es 0.593 voltios
Estudiante:	- Reemplaza q6
Sophie:	- Te voy a hacer algunas preguntas sobre qué puede tener q6. ¿Hay algún corto?
Estudiante:	-No sé
Sophie:	- ¿Qué terminales están abiertas?
Estudiante:	- La base
Sophie:	- q6 no tiene falla. q6 no se debe reemplazar.

Fig. 10 Ejemplo de diálogo con *Sophie*. Fuente Woolf (1984)

2.4.4 *Wusor*

Wusor, fue creado por Goldstein y Carr en 1977 para asesorar al estudiante en el juego Lógico de computadora *Wumpus*. Este juego consiste en explorar una caverna, moviéndose de una zona a otra, evitando al temible *Wumpus* y otros obstáculos, y buscando el tesoro. Al entrar en una zona se pueden escuchar los ruidos (gruñidos, etc.) provenientes de las zonas vecinas; al seleccionar la siguiente cueva a visitar se necesita utilizar razonamiento lógico y probabilístico para tomar la mejor decisión. El sistema tutorial es el primero en utilizar módulos para el experto, y el modelo del estudiante. La representación del dominio de

cada módulo se compone de tres tipos de reglas. Utiliza sobreposición⁴ (*overlay*) de las reglas en los tres módulos (Beutelspacher, 1995; Wenger, 1987):

1. Desarrolla reglas de habilidades: contienen el conocimiento necesario para jugar

Wumpus de forma óptima (experto)

2. Aplica reglas de evidencia: Para modelar los criterios usados al formular distintas hipótesis sobre las habilidades del estudiante.

3. Utiliza algoritmos de reconocimiento de planes (modelo del estudiante)

4. Utiliza reglas de explicación: para las estrategias tutoriales.

2.4.5 *Guidon (Clancey et al., 1991) modelo de agente experto caja de vidrio*

La metodología básica para construir este tipo de sistema experto consiste en reunir un ingeniero del conocimiento y un (agente) experto del dominio, este último identifica el área y el alcance del problema. (Laureano y de Arriaga, 1999; Laureano y de Arriaga, 2000). En esta etapa, se enumeran y se formaliza, la elaboración de un sistema para aplicar los conocimientos y finalmente probar y refinar la forma iterativa. De acuerdo a Clancey (1987), Guidon reutiliza el módulo experto del sistema *Mycin* desarrollado por Shortlife en 1976 para enseñar conocimientos relativos a enfermedades infecciosas.

Las búsquedas hacia atrás de *Mycin* para determinar la enfermedad a partir de los síntomas no son representativas del modo de razonamiento humano, ya que estos sistemas se caracterizan por contener una gran cantidad de conocimiento experto en un particular dominio. Su construcción se divide en dos etapas básicas: la primera trata de la adquisición de conocimientos (el tiempo invertido en la construcción del componente de experto) y el segundo trata de automatizar este conocimiento.

⁴ Las acciones del estudiante sobre el modelo de dominio de conocimientos, se pueden modelar a través de conjuntos de reglas que permiten evaluar el conocimiento del aprendiz. En la literatura se describen los modelos: diferencial, de "overlay" o superposición, de perturbación o "buggs", por simulación, de creencias, de agentes inteligentes, y otros (Casas, 1999).

Originalmente, el módulo experto se trató de implementar directamente a partir de *Mycin*. Sin embargo, se descubrió que hacía falta más información específicamente importante para el aprendizaje. Por ejemplo, relaciones lógicas abstractas entre las reglas de producción permiten al sistema recomendar un enfoque particular para atacar el problema. Guidon-2 utiliza a Neomycin, descendiente de *Mycin* que separa las estrategias de diagnóstico de los hechos médicos (Woolf, 1984; Polson, 1988; Beutelspacher, 1995).

Debido al hecho de que el sistema experto resultante contiene menos conocimiento recopilado, la enseñanza es más factible que con un experto de caja negra. En este tipo de sistema experto, la experiencia del experto humano se representa en una forma articulada. El primero tiene en sí mismo la ventaja de ser capaz de llegar a niveles más profundos de detalle durante el proceso de enseñanza y esa es la motivación principal del sistema. Una de las principales conclusiones de la *Guidon* sistema experto (Wenger, 1987) fue que no sólo tienden a la representación del conocimiento en el sistema de expertos, sino también a la forma en que este conocimiento se presenta. (Laureano y de Arriaga, 1999; Laureano y de Arriaga, 2000).

Un sistema tutor inteligente para actuar de manera adecuada, su módulo experto debe mostrar que el conocimiento de la misma forma que lo hacen los humanos, teniendo en cuenta sus limitaciones. El trabajo realizado por Clancy, es de suma importancia, porque mostró que los STI son limitados si sólo se usan como sistemas expertos y no para un proceso de tutorial. Esta última reflexión ha llevado a la utilización del modelo cognitivo. El sistema tutorial de Clancey estaba diseñado para ayudar a aprender la relevancia de los datos clínicos y de las pruebas de laboratorio en el diagnóstico de infecciones bacteriológicas y en la recomendación del tratamiento adecuado.

En figura 11 se ejemplifica la actuación del modulo experto en interacción con el estudiante en un diálogo cognitivo.

Cuadro de diálogo de un agente experto y tutor con el estudiante

Estudiante:	- Factores
Guidon:	- Los siguientes factores son útiles para determinar el tipo de infección: 3a. si la meningitis ha sido tratada 3b. si se ha practicado una punción lumbar 3c. la duración de los signos neurológicos Basándote en lo que hemos mencionado, deberías poder concluir algo sobre 3b
Estudiante:	- Usar 3c
Guidon:	- La duración de los signos neurológicos es 7.2 horas Usando el resto de la información disponible, la duración de los signos neurológicos te permite concluir que la infección es de tipo bacterial viral
Estudiante:	- Lo sé
Guidon:	- Muy bien. Mycin también ha tomado una decisión...

Fig. 11 Ejemplo de diálogo con Guidon. Fuente Wenger (1987)

2.4.6 West: estrategia y entrenamiento

West desarrollado por Burton en 1981, es parte de un sistema tutor tipo cognitivo denominado *Predicate Logic Advisory Tools* cuyas siglas en inglés son *Plato* (en español significa: asesor basado en la lógica de predicados) que enseñaba matemáticas a los niños de nivel primario. *Plato* generaba problemas y presentaba “apuntes” al alumno (Salgueiro, 2005). Uno de sus módulos estaba constituido por el juego “*How the West was won*”, que consistía en usar operaciones matemáticas, para avanzar; el juego incluye a *West*, el asesor inteligente que apoya al estudiante aprendizaje los conceptos matemáticos asociados al juego. Se lo puede ver como el primer entorno de aprendizaje completo (Castillo *et al.*, 1998).

El paradigma utilizado es “*Issues and Examples*” (temas pendientes y ejemplos). En él, se enumeraron todos los tipos de combinaciones de operadores, a los que se llaman “*temas pendientes*”, es decir, lo que el alumno le resta por aprender (esta información la utilizaba el módulo tutor). Luego, se esperaba el momento oportuno para mostrarle al alumno los ejemplos de cómo aplicar el tema pendiente y el beneficio que esto

representa. Por lo tanto, el trabajo de Burton surge motivado por las debilidades detectadas en el análisis y la existencia de una falta de estandarización para generar sistemas tutores inteligentes (STI) reutilizables y de propósito general que puedan aplicarse a una gran diversidad de dominios, en particular en lo referente al remodelado del módulo del tutor. En consideración de Castillo et al., (1999) este paradigma es aplicable a todo proyecto educativo:

Se pueden construir STI en forma general estableciendo los conceptos a enseñar (los “temas pendientes”); y reconocedores de patrones para saber si el estudiante los domina o no.

2.4.7 Buggy

Buggy desarrollado por Brown en 1981, es un modelador inteligente del estudiante; a diferencia de los anteriores agentes no es de sobreposición (*overlay*). Lo que hace es modelar los errores que realizan los estudiantes, mostrando que se deben a desviaciones sistemáticas de los procedimientos correctos. *Buggy* demuestra que, dada la extraña naturaleza de los errores aritméticos, ningún subconjunto del conocimiento experto puede capturar con precisión el conocimiento del estudiante. Representa las habilidades humanas de aritmética como procedimientos ligados en una red. Si el procedimiento seguido no es el correcto, *Buggy* busca en una biblioteca de cientos de errores para detectar el problema (Woolf, 1984; Wenger, 1987). En la figura 12 un ejemplo de diálogo con *Buggy*:

Buggy:	- Bienvenido. Elegí un error; aquí hay un ejemplo: $17 + 5 = 13$ Ahora dame problemas para localizar el error
Alumno:	- $51 + 1707$, $99 + 99$, $68 + 9$
Buggy:	$51 + 1707 = 21$ $99 + 99 = 36$ $68 + 9 = 23$
Alumno:	- Encontré el error
Buggy:	- Muy bien. Mi descripción de este error es: El estudiante siempre suma todos los dígitos, sin importar la columna

Fig. 12 Ejemplo de diálogo con *Buggy*. Fuente Wenger (1987)

2.4.8 *CirSim-Tutor*

Es un sistema basado en el lenguaje inteligente de tutoría para el primer año los estudiantes de medicina para aprender sobre el control reflejo de la presión arterial (Evens, Michael, Rovick, 1999). Los estudiantes resuelven problemas sencillos y están bajo la tutela de diálogo socrático con el ordenador. El proyecto para su comprensión básica se ha dividido en dos partes:

- 1) *Lenguaje natural que caracteriza la tutoría y el comportamiento humano.*
- 2) *La adaptación de la medida de lo posible a un ordenador.*

Uno de los objetivos del proyecto *CircSim-Tutor* es la generación de diálogo en texto como un medio pedagógico. A tal fin, se diseñó un experimento para capturar la tutoría y se desarrollo la simulación del discurso humano a humano sesiones de tutoría.

CircSim-Tutor utiliza un lenguaje natural para la entrada y salida de datos. Se puede manejar una variedad de construcciones sintácticas y léxicas, incluyendo fragmentos de oraciones y palabras mal escritas. Se lleva a cabo una conversación con un estudiante para ayudar al estudiante a aprender a resolver una clase de problemas en la fisiología cardiovascular relativa a la regulación de la presión arterial. Se describen las lecciones aprendidas acerca de la representación del conocimiento, la comprensión y la generación de entrada de texto y cómo influyen en el diseño de la próxima generación de nuestro texto basado en STI.

En las respuestas a preguntas del tutor por lo general admiten respuestas cortas de una o dos palabras respuestas. La gama de respuestas esperadas se limita, por ejemplo uno o dos de las siete variables en la tabla de predicción. Los estudiantes por lo general no producen más manifestaciones que las necesarias. En la figura 13 se muestra un ejemplo de diálogo resumido con el tutor de informática, para facilitar la lectura, que muestran una variedad típica de respuestas de los estudiantes:

T: ¿Cuáles son los factores determinantes de la presión arterial?
 S: estado inotrópico
 T: Así es. El otro determinante representa la precarga. ¿Cuál es el otro determinante de la presión arterial?
 S: CVP
 T: Volumen adecuado, Carrera está determinada por la presión venosa central y Inotrópico Estado. ¿Qué factor es dominante en este caso?
 S: CVP
 T: Así es, el factor determinante del volumen sistólico en este caso es La presión venosa central. ¿Es la relación de venosa central Presión con el volumen directa o accidente cerebro vascular es la inversa?
 S: inversa
 T: Lo siento, [da explicación fisiológica]. ¿Cuál es el valor correcto de El volumen de eyección?
 S: bajo

Fig. 13 Ejemplo de diálogo típico de *CircSim tutor*. Fuente Glass (1997).

2.4.9 Meno-Tutor

Beverly Woolf en 1984 es la primera en intentar dotar de inteligencia al estilo de diálogo instructivo del módulo tutorial. Meno-Tutor tiene la habilidad de examinar sus diálogos anteriores con el estudiante para adoptar su discurso apropiadamente. Es un sistema “dependiente de contexto”, con énfasis en guiar al estudiante basándose en lo que se conoce de él, en lugar de buscar simplemente la respuesta correcta. El objetivo es dar la repuesta más apropiada en un momento, completamente dependiente del contexto. *El módulo tutorial toma las decisiones sobre qué información desplegar o preguntar, y cómo hacerlo. A partir de un estado pedagógico (“introducir”, “enseñar”, “corregir” y “completar”) define un estado estratégico (como “enseñar hecho”), y de éste, uno táctico (como “reconocer enfáticamente una equivocación”).* Del estado táctico pasa la especificación conceptual de la información a transmitir al generador de lenguaje natural. Los estados están organizados en una red de transición aumentada, llamada Red de Manejo de Discurso, de forma que represente la estructura del conocimiento coherentemente. La transición entre distintos estados se hace a partir de una base de conocimiento pedagógico con reglas de producción. Además, se cuenta con un conjunto de meta reglas para modular la respuesta del sistema, sobre todo ante las actitudes imprevistas del estudiante (Woolf, 1984; Halff, 1988). Lo anterior se muestra en el ejemplo de diálogo en la figura 14.

Cuadro de diálogo de Meno-Tutor con el estudiante

Meno-Tutor:	- ¿Crees que llueve mucho en Oregon?
Estudiante:	- No
Meno-Tutor:	- ¿Por qué crees que no llueve mucho en Oregon?
Estudiante:	- Porque los estados vecinos son secos
Meno-Tutor:	Los estados vecinos son secos, pero no puedes generalizar este hecho. En realidad, llueve mucho en Oregon. ¿Puedes imaginar qué provoca la lluvia ahí?
Estudiante:	- Bueno, hay montañas en la región. Y Oregon está junto al Océano Pacífico.
Meno-Tutor:	- Sí. El Pacífico está junto a Oregon. ¿Cómo crees que esto ¿Influye en las fuertes lluvias?
Estudiante:	- El aire del Océano se eleva y se enfría al llegar a tierra
Meno-Tutor:	- Correcto

Fig. 14 Ejemplo de diálogo con *Meno-Tutor*. Fuente Woolf (1984)

2.4.10 Proust

W. L. Johnson y E. Soloway en 1983 crearon este sistema para detectar errores lógicos en los programas de Pascal hechos por principiantes. Aprovecha un análisis, de los errores más comunes entre los novicios, basado en estudios empíricos. La especificación del programa se expresa como una secuencia de objetivos, cada uno asociado con un marco (*frame*) con el conocimiento declarativo de éste y los posibles planes que lo alcanzan. Cada plan, a su vez, se representa con un marco que contiene, entre otras cosas, distintas plantillas con código en Pascal, patrones de variables y referencias a otros marcos con subplanes. De esta manera, *Proust* puede ligar fragmentos del código del estudiante con objetivos de alto nivel, y con esto, relacionar un objetivo no alcanzado con el código faltante o errado.

Cuando el usuario entrega un programa, *Proust* lo relaciona con la estructura de objetivos y planes esperada. Como el programa puede tener errores, no siempre se obtiene un emparejamiento perfecto. En este caso, *Proust* se basa en deformaciones, omisiones, redundancias y equivocaciones comunes para

interpretar el código. Generalmente, esto se puede hacer de más de una manera, por lo que el sistema discrimina entre distintos planes errados, según la cantidad, gravedad y frecuencia de los errores introducidos. Los resultados de este sistema son asombrosos. *Proust* puede interpretar como errado código que no se adapte perfectamente a sus plantillas; no establece un diálogo con el estudiante para, por ejemplo, interpretar fragmentos de programa. Sólo funciona con un pequeño subconjunto de problemas (Littman, 1988; du Boulay, 1987). Un ejemplo de informe de *Proust* se muestra en la figura 15.

REPORTE DE ERRORES:

Errores Críticos de Salida:

Error 1: Necesitas asegurar que, por lo menos, haya un dato válido de entrada antes de ejecutar la línea 34. La variable "Promedio" puede explotar en caso contrario.

Errores Menores de Salida:

Error 1: "Promedio" no está definido si no hay ningún dato válido de entrada. Sólo debes imprimir "Promedio" cuando tiene un valor definido.

Error 2: "Máximo" no está definido si no hay ningún dato válido de entrada. Sólo debes imprimir "Máximo" cuando tiene un valor definido

Fig. 15 Ejemplo de informe de Proust. Fuente Littman (1988)

2.4.11 Makatzina

Makatziná, es un STI, (Laureano-Cruces, 1998; 2000), (Laureano-Cruces, A.L. 2000), (Laureano-Cruces et al. 2000), implementado con una arquitectura reactiva multi-agente y con un modelo cognitivo para el módulo del experto en el dominio. El dominio es el de resolución de estructuras triangulares a través del método de los nodos. La característica principal de una arquitectura reactiva es que modela el problema de forma *bottom-up*, en forma contraria a como lo hace la inteligencia artificial tradicional, *top-down*. Los STI, clásicos trabajan con agentes cognitivos y su comportamiento global es basado en objetivos explícitos, así como una representación centralizada del entorno. Por el otro lado están los agentes reactivos, que no cuentan con una representación centralizada del entorno, y

actúan con base en un modelo de estímulo-respuesta, pudiendo de esta forma responder de acuerdo con el estado del entorno en el cual están embebidos.

Con esta propuesta se pretende ofrecer un análisis más claro y puntualizado de los errores y de los planes de enseñanza que corresponden a las diferentes tácticas instruccionales manejadas por cada agente, donde cada agente será del tipo asistente experto.

Aún más la implementación con agentes reactivos es simple porque representan habilidades sencillas vistas de forma aislada, con lo que se puede uno beneficiar de todas las ventajas de la programación orientada a objetos (POO). La dificultad real radica en encontrar esas habilidades, así como el análisis y diseño de los mecanismos de interacción entre el entorno y el sistema reactivo, en este caso un SEI.

En este trabajo se importa la filosofía de diseño de los sistemas reactivos utilizada en los robots móviles, al diseño de STI. Han sido utilizadas diferentes herramientas para el desarrollo del SEI, una de las cuales es el análisis cognitivo de tareas (Laureano-Cruces, et al. 2001). En la actual propuesta se muestra su potencial, para encontrar las habilidades de una tarea cognitiva. Uno de los objetivos de cualquier sistema reactivo es lograr un comportamiento global emergente, donde emergente significa adaptación al entorno en curso; basándose en conductas simples. Pero en el caso de un STI, el propósito es enseñar una habilidad compleja dividiéndola en sub-habilidades; de aquí que cada sub-habilidad este representada por un agente tipo experto asistente. Con base en interacciones entre los agentes y entre los agentes y el entorno, es que logramos ese comportamiento emergente y coherente. Para lograrlo tenemos aspectos del entorno y objetivos trabajando de forma distribuida en los diferentes asistentes expertos.

Makatsiná⁵, es un STI donde se utilizó esta técnica, que centra su enseñanza en el aprendizaje de la habilidad para resolver estructuras triangulares por el método

⁵ **Makatsiná**, significa tutor en totonaca, una lengua mexicana prehispánica

de los nodos; este dominio se ubica dentro de habilidades integradas. En las Figuras 16 y 17 se muestran algunas de las características de este STI.

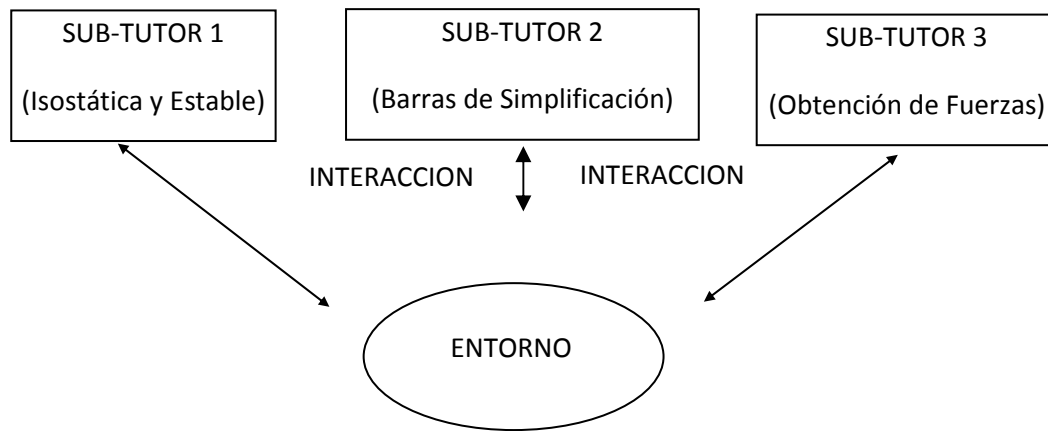


Fig. 16. Reactividad del módulo tutorial con tres agentes percibiendo la interfaz multimedia. Fuente Laureano-Cruces, A.L. (2000)

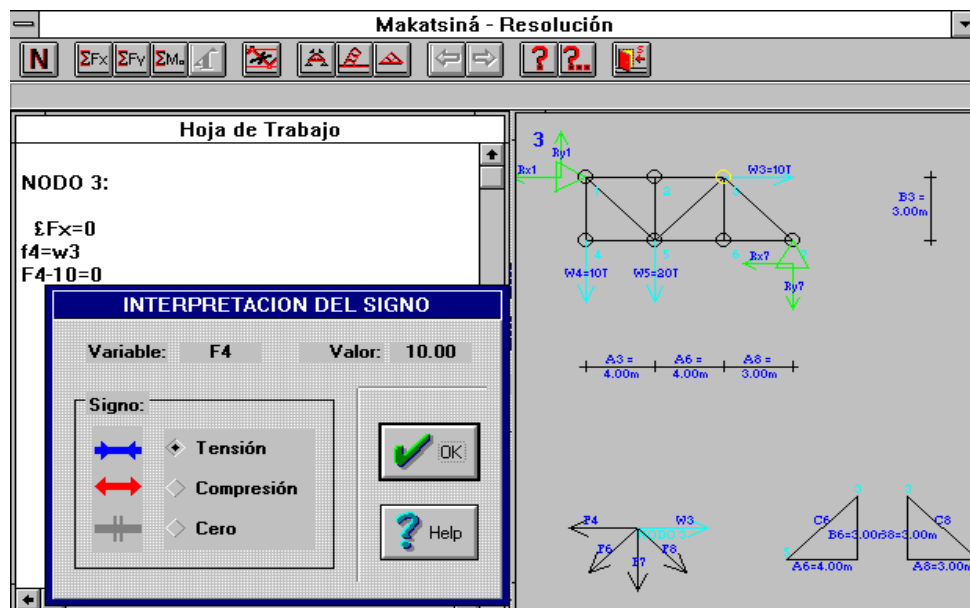


Fig. 17. Interfaz multimedia de Makatziná. Fuente Laureano-Cruces, A.L. (2000)

Conclusiones del capítulo II

Se ha analizado en este capítulo cómo los STI son sistemas que permiten guiar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de acuerdo a sus capacidades de aprendizaje. Dentro de este proceso se encuentra la guía y asesoría en un dominio de conocimiento específico. También existen interfaces de agentes que cuentan con una didáctica de propósito general. Se ha expuesto también cómo los STI desarrollan la tutorización del estudiante a fin de que este pueda lograr sus objetivos de aprendizaje. Se destaca entre las conclusiones de este capítulo que es deseable la incorporación de un agente pedagógico que se adapte como compañero o como tutor a las necesidades de cada uno de los estudiantes. Centramos en este capítulo nuestro interés sobre el modelo de compañero de aprendizaje o agente pedagógico, porque éstos son agentes que permiten una guía tipo coach, no son expertos en un dominio e incluso pueden equivocarse, se adaptan a las actividades de aprendizaje colaborativas o competitivas y son una opción alternativa de un tutor uno a uno. En alguno de sus roles, puede actuar igual como un tutor, o como un capaz estudiante/profesor o bien estudiante que enseña a otros estudiantes, colaborador, competidor, motivador, o crítico, razones por las cuales se adecuan mejor para implementar en ellos el modelo instruccional colaborativo que describiremos en el capítulo siguiente.

Se concluye de este análisis que bajo el enfoque del módulo de dominio o módulo experto tipo cognitivo o caja de cristal es factible observar que el proceso de enseñanza-aprendizaje puede beneficiarse de la teoría instruccional referente al aprendizaje colaborativo. También ha presentado en este capítulo la evolución y el estado actual de los desarrollos de STI organizando en tablas algunos de los más importantes tutores inteligentes de las últimas décadas. Del análisis del estado del arte sobre los STI se puede concluir lo siguiente: los STI han sido implementados para diversos dominios de conocimiento: programación, matemáticas, medicina, geografía, electrónica, entre otros dominios de conocimiento. La cantidad puede deberse a que es una actividad que sus

creadores dominan y enseñan, es relativamente formal y es difícil de aprender. Del marco conceptual abordado se extraen las consideraciones que nos sirven como base de los requerimientos de modelo de agente tutor que queremos establecer y son las siguientes:

- *Enseñanza: Presentar al estudiante el contenido de acuerdo a su estilo de aprendizaje*
- *Aprendizaje: asesorar al estudiante acerca de cómo debería aprender un contenido determinado y cuáles son las habilidades esperadas*
- *Tutorizar al estudiante a fin de que pueda cumplir los objetivos del tema en tiempo y forma*
- *Asistir, evaluar y monitorizar al estudiante en los procesos de trabajo colaborativo con el tutor y con los pares*
- *Efectuar los diagnósticos sobre el rendimiento de los estudiantes y proveerles de herramientas para mejorar su producción*

Se ha señalado la importancia del desarrollo de STI con: a) componentes modulares que sean reusables y que estén bien documentados, b) aplicaciones y evaluaciones del papel de las arquitecturas de software en el diseño a fin de poder aplicar criterios de estandarización para intercambio entre módulos, c) estrategias de comunicación bien definidas, d) técnicas de personalización a fin de obtener patrones de comportamiento de los estudiantes en el sistema a través de algoritmos para agrupamiento y técnicas de minería de datos y e) incorporación de diferentes niveles de adaptación del modo de enseñanza a los requerimientos del estudiante. Por otra parte en general, los dominios son muy específicos y acotados, prácticamente todas las interfaces están basadas en texto, se destaca que se intenta describir la interfaz basada en lenguaje natural, pero en realidad, para las circunstancias actuales es bastante rudimentaria. Lo cual repercute en una deficiente interfaz y poco motivadora hacia los estudiantes, también por otro lado es posible concluir que la computadora puede ser inteligente y que comprende todo lo que se le dice. Sin embargo la pobreza de la interfaz de los STI no se justifica, ya que hoy día que se cuenta con modelos y

recursos avanzados para el desarrollo de una mejor interfaz. Es posible entender las deficiencias de interfaz por el estado del arte del momento en que estos primeros tutores fueron construidos. De hecho, muchos se ejecutan todavía en pantalla de texto, sólo algunos muestran una tipo de interfaz gráfica o multimedia, como se muestra a continuación en la figura: 18

Nombre	Dominio	Módulo Experto	Módulo Estudiante	Módulo Interfaz	Módulo Tutor
<i>Scholar</i>	Geografía	Red semántica	No	Lenguaje natural Forma de texto	Alambrado
<i>Sophie</i>	Errores en circuitos	Simulador, red, reglas	No	Lenguaje natural Forma de texto	Alambrado
<i>Why</i>	Proceso pluvial	Scripts	Última respuesta	Lenguaje natural Forma de texto	Reglas de producción
<i>Wusor</i>	Wumpus (lógica y probabilidad)	Reglas con superposición	Reconoce planes, Sobre posición	Gráficas y texto	Reglas de producción
<i>Guidon</i>	Diagnóstico de Infecciones	Reglas del S.E. MYCIN	Sobre posición	LN, ventanas iconos	Alambrado
<i>Buggy</i>	Errores en Aritmética	Red procedural	Red con procesos correctos e incorrectos	Lenguaje natural Forma de texto	Alambrado
<i>West</i>	Plato (álgebra) Asesor	Búsqueda exhaustiva	Uso de expresiones	LN / texto	Alambrado
<i>Makatziná</i>	Resolución de estructuras triangulares por el método de los nodos	Modelo Cognitivo	estados mentales con conocimiento procedimental ordenado	Interfaz Multimedia	Experto Compilado
<i>Meno-Tutor</i>	Proceso pluvial	Reglas	Almacena diálogos	Lenguaje natural Forma de texto	Red manejo de discurso, reglas y metareglas

Fig. 18 Tabla de caracterización de dominio de conocimiento, tipo de diálogo e interfaz de distintos STI.

Fuente Psotka J. (1988)

En conclusión, los STI son sistemas que modelan la enseñanza, el aprendizaje, la comunicación y el dominio del conocimiento del especialista así como la evaluación del entendimiento del estudiante sobre ese dominio. En el siguiente capítulo analizaremos los conceptos de modelo instruccional con el objetivo de explicar la participación del diseño instruccional en un sistema de aprendizaje colaborativo asistido por un agente tutor.

CAPÍTULO III

CAPÍTULO III

Modelo instruccional colaborativo asistido por un agente tutor

Introducción

El capítulo presente tiene como objetivo explicar la participación del modelo instruccional en un STI colaborativo⁶ y cuya interfaz es un agente pedagógico (Velasco-Santos, Laureano-Cruces, Mora-Torres, Herrera-Bautista, 2010). Así como la relación STI y modelo instruccional. También se explica la conducta que desarrolla el agente pedagógico en función del modelo instruccional colaborativo propuesto, Así mismo, se muestra el agente desarrollado con base en los criterios de implementación de modelo instruccional y entorno computacional. Todo lo anterior se realiza para fundamentar el modelo del módulo experto del STI que estamos proponiendo. La relación de agente y modelo instruccional fundamenta el diseño de este tipo de sistemas para un software educativo, el cual está basado en dos partes:

- *Modelo instruccional colaborativo*
- *Modelo de STI como compañero de aprendizaje (descritos en el capítulo anterior)*

3.1 Modelo instruccional

Es importante tomar como punto de inicio en este capítulo que un modelo es una figura mental que nos ayuda a entender las cosas que no podemos ver o explicar directamente (Dorin, Demmin y Gabel, 1990). Un modelo instruccional por lo tanto es la representación visual o conceptual de un proceso instruccional fundamentado y desarrollado bajo una teoría pedagógica particular (p.e. ADDIE,

⁶ Actualmente el aprendizaje es caracterizado como un proceso complejo que involucra la construcción de nuevo conocimiento (Castañeda, 2004). Bajo esta concepción el nuevo conocimiento se construye sobre la base del conocimiento actual. Los conocimientos previos (aún concepciones intuitivas), así como los conocimientos a ser aprendidos, son articulados por el aprendiz en estructuras de conocimiento para que el aprendizaje sea exitoso. En opinión de Woolfolk (1992) los psicólogos cognoscitivistas, explican que el proceso de aprendizaje está representado con un proceso interno que no puede observarse directamente, porque es el cambio que ocurre en las capacidades de una persona para responder a una situación particular. El aprendizaje colaborativo debe considerarse como resultado de la interacción social, ya que este enfoque se ha construido a partir de la observación de los procesos que tratan acerca de lo que ocurre entre los individuos de un grupo cuando están en la actividad de adquisición del conocimiento.

análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación; fundamentado en el conductismo instructivista) que muestra las principales fases de un proceso instruccional y la relación que guardan cada una entre ellas. (Acuña-Garduño, 2008). También es el desarrollo sistemático de los elementos instruccionales, usando las teorías del aprendizaje y las teorías instruccionales para asegurar la calidad de la instrucción (Laureano-Cruces, Terán-Gilmore, de Arriaga, El Alami, 2003), (Sánchez-Guerrero, Laureano-Cruces, Mora-Torres, Ramírez-Rodríguez, 2010). Incluye el análisis de necesidades de aprendizaje, las metas y el desarrollo materiales y actividades instruccionales, evaluación del aprendizaje y seguimiento (Berger, C. y Kam, R., 1996). Un elemento esencial en la preparación de un sistema para el diseño instruccional, es la sólida sustentación en aspectos de teoría del aprendizaje porque permite contemplar todas las dimensiones del diseño instruccional (Shiffman, 1995).

3.1.1 Teoría del aprendizaje

De acuerdo a Shiffman (1995) la teoría del aprendizaje en sentido general describe la manera en que los teóricos del aprendizaje creen que las personas aprenden nuevas ideas y conceptos. El propósito de esta teoría es el de comprender e identificar los procesos mentales y a partir de ellos tratar de desarrollar modelos y métodos para que la instrucción sea más efectiva (Shiffman, 1995).

3.1.1.1 Antecedentes de la teoría del aprendizaje

Para Ertmer y Newby (1993) la mayoría de los supuestos y características del conductismo están incorporadas en las prácticas actuales del diseño de instrucción, y señalan que este enfoque fue la base para el diseño de los primeros materiales audiovisuales, lo que dio lugar a las máquinas de enseñanza de Skinner y los textos programados, los ejemplos más recientes, señalaron son los principios utilizados en la instrucción asistida por computadoras

y el aprendizaje para el dominio. Otras dos teorías del aprendizaje que han influido en la tecnología educativa y por tanto en el diseño instruccional son, la cognitiva y la constructivista. Al respecto Good y Brophy (citado en Mergel, 2004) destacan que los teóricos del cognocitivismo conciben el proceso de aprendizaje como la adquisición o reorganización de las estructuras cognitivas a través de las cuales las personas procesan y almacenan información.

3.1.1.2 Teorías del aprendizaje combinadas

Las teorías del aprendizaje han resultado ser hoy día una combinación eclética de diferentes enfoques teóricos⁷ sobre el aprendizaje, con base en ello afirmamos de acuerdo con Merguel (1998), que desde el punto de vista de la teoría del aprendizaje actual la estrategia conductista puede ser una parte del constructivismo en una determinada situación de aprendizaje, si el que aprende elige y encuentra el tipo de aprendizaje adecuado a su experiencia y a su estilo de aprendizaje. La aproximación cognitiva también tiene aspectos constructivistas, ya que el constructivismo reconoce el concepto de esquemas y la construcción sobre conocimientos y experiencias previas.

Es posible inferir que la gran diferencia esté en la evaluación. En el conductismo y en el cognocitivismo la evaluación se basa en alcanzar determinados objetivos, (evaluación sumativa) mientras que en el constructivismo la evaluación es mucho más que el resultado de un proceso, es la evaluación del proceso de construcción del conocimiento del aprendiz (evaluación formativa).

⁷ La Clasificación de las teorías del aprendizaje es de alguna manera análoga a la clasificación de sistemas diseñados por biólogos para catalogar organismos vivos. Al igual que en cualquier intento por definir categorías, para establecer los criterios, el mundo no se ajusta a los esquemas en todos los casos. Originalmente hubo una clasificación para las plantas y uno para los animales, pero surgieron organismos que contienen clorofila y que se mueven y tienen que ser clasificados. Sus características dominantes se establecieron, pero el criterio exacto de las prioridades todavía no está establecido, sin embargo ya existe una clasificación que nos permite ubicar a esos organismos que no se ajustan ni a la categoría de plantas ni de animales (Merguel, 1998).

3.1.2 Los modelos instruccionales: puente entre las teorías del aprendizaje y el diseño instruccional

Según Gros (1997:56) “los modelos de diseño instruccional tienen como finalidad establecer un puente entre las teorías de aprendizaje y la práctica al diseñar y construir un sistema instruccional. Los modelos de diseño instruccional se pueden utilizar para producir los siguientes materiales: módulos para lecciones, los cursos de un currículo universitario y los cursos de capacitación y entrenamientos para el trabajo”⁸. Existen diversos modelos de diseño instruccional de acuerdo con Fernández (2002) se originaron en las décadas de los 70s, en sus inicios el diseño instruccional venía desarrollándose con los esquemas clásicos representados por autores como Dick y Carey (1964), Brigs y Gagné (1976), entre otros, quienes ofrecían un modelo de diseño sistemático y lineal que se orientaba bajo los principios conductistas y neoconductistas del aprendizaje. Estos modelos se basaban en la taxonomía de Bloom. Hace medio siglo, Bloom (1956) y sus colegas idearon una taxonomía de objetivos educativos:

- *Cognitivos (resultados intelectuales)*
- *Afectivos (relacionados con intereses, actitudes, aprecio y métodos de ajuste) (Gronlund, 2000: 30)*
- *Psicomotor (destrezas motrices)*

Los resultados educativos tienden a enfatizar los objetivos cognitivos que, categorizados, comprenden conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación. Merguel (1998) señala que la mayoría de los modelos instruccionales actuales son muy parecidos a un diagrama de flujo con fases por las que el diseñador se mueve durante el desarrollo de la instrucción.

⁸ Es interesante el punto de vista que sostiene este autor ya que ve al diseño instruccional como el eslabón que une los fundamentos pedagógicos con la práctica educativa, como así lo afirma Charles M. Reigeluth M. (1999) en su texto “Instructional Design Theories and Models, A New Paradigm of Instructional”, V.II Laurence Erlbaum Associates, New Jersey London.

3.1.2.1 Clasificación de los modelos instruccionales

Hoy día hay diversos modelos de diseño instruccional⁹, los cuales pueden ser clasificados por generación y por teorías educativas que los sustentan (Luzardo, 2004). Sin embargo se pueden clasificar en cuatro generaciones de modelos de diseño instruccional:

- La primera generación de modelos instruccionales se origina en 1960, los cuales se fundamentan en el conductismo, son lineales, sistemáticos y prescriptivos; se enfocan en los conocimientos y destrezas académicas y en objetivos de aprendizaje observables y medibles
- La segunda generación surgió en 1970, tienen su procedencia en los diseños instruccionales de la primera generación, se fundamentan en la teoría de sistemas, se organizan en sistemas abiertos y a diferencia de los diseños de primera generación buscan mayor participación de los estudiantes, y por tanto de la enseñanza y aprendizaje
- La tercera generación principia en 1980, se fundamenta en la teoría cognitiva, y se ocupa de la comprensión de los procesos de aprendizaje, el conocimiento debe estar sustentado en la práctica y resolución de problemas
- La cuarta generación originada en 1990, se plantea como modelos heurísticos, los cuales se fundamentan en las teorías constructivistas y de sistemas. Se caracterizan por estar centrados en el proceso de aprendizaje, en la creatividad del estudiante y no en los contenidos específicos (Luzardo, 2004). Este enfoque encuentra en la teoría de sistemas su punto de intersección con la teoría de los sistemas tutores inteligentes

Existe otra clasificación de los modelos instruccionales de acuerdo con Quiles y Carballo (2000), basada en la función e intención de cada uno de los modelos instruccionales, y se clasifican en:

⁹ La evolución de estos modelos de diseño instruccional es resultado de debates por parte de los investigadores sobre las fuentes teóricas que los sustentan, la evolución y estudio de las posturas sobre el aprendizaje, la tecnología educativa, y las discusiones sobre la calidad de la educación y el impacto de las tecnologías de información y comunicación (Polo, 2001).

- Modelos descriptivos. Describen un determinado ambiente de aprendizaje, especulando cómo las variables de interés serán afectadas. Explican la manera como se produce el aprendizaje en el ser humano.
- Modelos prescriptivos. Proporcionan las maneras de proceder para realizar las tareas que permitirán apoyar el aprendizaje. Se identifican las condiciones de instrucción que optimizarán el aprendizaje, la retención y la transferencia de lo aprendido (Gagné y Dick, 1983). Esquematizan cómo un ambiente puede ser alterado o construido a fin de afectar las variables de interés de un cierto modo, haciendo efectivo el logro deseado.
- Modelos procedimentales. Se deben desarrollar progresivamente a través de la práctica valiéndose de ejemplos y situaciones recurrentes y variadas. Determinan cómo lograr la meta valiéndose de ejemplos, prácticas, pequeñas secuencias, retroalimentación, etc. La práctica debe ser deliberada, guiada primero e independiente después.
- Modelos declarativos. Determinan el porqué alcanzar la meta, apoyándose de analogías, instrucción por descubrimiento y diferencias individuales.

Esta evolución y diversidad dio origen en consecuencia a diferentes métodos instruccionales, donde se puede observar que estas generaciones de modelos son aplicados de acuerdo con las necesidades de las instituciones y personas, tanto en un ambiente de aprendizaje presencial como a distancia.

3.1.3 Método instruccional

Clark (1994) define el método instruccional como *cualquier forma de perfilar información que active, suplante o compense el proceso cognitivo necesario para lograr o motivar*. Ilustra este concepto con el caso de un estudiante que necesita de un ejemplo para conectar la nueva información en una actividad de aprendizaje con la información que posee. Para él: *método es la provisión de procesos cognitivos o estrategias que son necesarias para el aprendizaje*.

Kozma (1991; 1994) prefiere ver al método y al medio como una parte integral inseparable del proceso instruccional, con la convicción de que el aprendizaje es producto de la interrelación que se produce en los procesos cognitivos, sociales,

afectivos y con el entorno del aprendiz. De acuerdo con Kozman (1994) tanto el medio como el método son parte del diseño instruccional y el medio debe diseñarse para potenciar el método.

3.1.4 Características y fundamentos pedagógicos del diseño instruccional

De acuerdo con Berger y Kam (1996), el diseño instruccional es el proceso sistemático que conduce a la creación de sistemas de enseñanza y aprendizaje, mientras que el desarrollo instruccional es el proceso de implementar dichos sistemas o planes e incluye su evaluación y mantenimiento. Díaz (2003), por su parte, sugiere que el diseño instruccional también es una representación explícita de un ambiente de enseñanza y aprendizaje donde los contenidos, políticas, intenciones educativas, estructura y actividades del curso están coherentemente vinculados y explicados. El diseño instruccional implica una planeación sobre el curso que se desea impartir (qué se pretende, a quién estará dirigido, qué recursos y actividades serán necesarios, cómo se evaluará y cómo se mejorará), para lo cual se requiere organizar información y definir objetivos de aprendizaje, claros y medibles, bajo este enfoque deberán plantearse objetivos de los siguientes tipos:

1. Generales: expresan conductas últimas y los conocimientos mínimos de la persona, estos objetivos deben plantearse con verbos de conductas no observables y se entiende como un objetivo a largo plazo.
2. Particulares: expresan conductas básicas, se considera un objetivo a mediano plazo, y los verbos con los cuales se debe formular, deben ser de conductas observables.
3. Específicos: expresan conductas observables, manifiestan que el individuo ha logrado un aprendizaje, y los verbos para formularlos siempre son conductas observables.

3.1.5 Taxonomías de los objetivos instruccionales

Estos objetivos instruccionales se basaban en la taxonomía de Bloom y sus colegas quienes idearon una taxonomía de objetivos educativos hoy día llamados instruccionales: *cognitivos* (resultados intelectuales), *afectivos* (relacionados con intereses, actitudes, aprecio y métodos de ajuste) (Gronlund, 2000: 30) y *psicomotor* (destrezas motrices). Los resultados educativos tienden a enfatizar los objetivos cognitivos que, categorizados, comprenden *conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis* y *evaluación*.

3.1.6 Taxonomía planteada por Castañeda

Esta taxonomía referida en Mora-Torres, Laureano-Cruces, Velasco-Santos (2011), está desarrollada en relación con los llamados objetivos instruccionales (OI). La estructura de un OI (Castañeda, García y González, 2006: 145-170) consta básicamente de un verbo que representa las operaciones cognitivas subyacentes a la acción, y sustantivos que representan conocimientos donde se manifiestan las operaciones cognitivas. Por lo anterior es necesario el uso de dos taxonomías para analizar los OI:

- La primera permite identificar la operación cognitiva subyacente en el OI
- La segunda permite identificar el tipo de conocimiento (factual, conceptual o procedimental) implícito en el OI

Las operaciones cognitivas y el tipo de conocimiento se identifican de acuerdo con las capacidades cognitivas necesarias en el dominio específico de conocimiento o materia (Sánchez-Guerrero, Laureano-Cruces, Mora-Torres, Ramírez-Rodríguez, 2010; 2011) y a las taxonomías para analizar los OI (Castañeda et al., 2006:145-170; González, Castañeda y Maytorena, 2009). Esta taxonomía nos auxilia en la identificación de las operaciones cognitivas subyacentes en un OI está compuesta por tres subcategorías de operaciones cognitivas:

- 1) *Comprender y organizar conocimiento,*
- 2) *Aplicar conocimiento a situaciones cotidianas, y*
- 3) *Resolver problemas.*

Cada subcategoría reúne un grupo de operaciones cognitivas que lleva a cabo demandas específicas, por ejemplo la categoría comprender y organizar reúne a las operaciones identificar, clasificar y traducir. Así, por ejemplo, la *operación cognitiva*: demanda acciones necesarias para el tratamiento del conocimiento involucrado en el dominio específico. Así tenemos los siguientes tipos de conocimiento:

- *Factual, referente a los hechos.*
- *Conceptual, se refiere al conocimiento contextualizado en un dominio específico.*
- *Procedimental, se refiere al conocimiento que involucra un orden específico*
- *Autorregulatorio, se refiere a la cognición en general y a la conciencia y el conocimiento sobre la propia cognición, es decir, a la capacidad con que cuenta el usuario para darse cuenta de su aprendizaje visto a través de lo que ha aprendido y lo que ha aprendido mal y es necesario corregir*

Podemos observar en la figura 19 un esquema simplificado de la categorización de los tipos de OI mencionados el enfoque de Castañeda S. (2005). Como se muestra a continuación:

Esquema de categorización de los OI

Categoría de operación cognitiva	Operación cognitiva	Tipo de conocimiento: Factual	Tipo de conocimiento: Conceptual	Tipo de conocimiento: Procedimental	Tipo de conocimiento: Autorregulatorio
Comprender y organizar conocimiento	Observar Identificar Clasificar Traducir	Conocimiento previo:	Abstracción	Reglas que aplican para cada concepto	Orientación al Logro. Materiales: evaluación y regulación
Aplicar conocimiento	Analizar Inferir Comparar	Conocimiento previo	Abstracción	Analiza los procedimientos para cada concepto.	Orientación al Logro. Materiales: evaluación y regulación
Resolver	Tomar decisiones Evaluar Corregir errores	Conocimiento previo	Conceptos involucrados en el procedimiento que decide utilizar	Decide los procedimientos para cada concepto.	Orientación al Logro. Materiales: evaluación y regulación

Fig.19 Categorización de los OI bajo el enfoque de Castañeda S. (2005). Fuente Mora-Torres (2011).

3.2 Sistemas de diseño instruccional

Una metodología ampliamente utilizada para desarrollar nuevos programas de entrenamiento y formación es la llamada *diseño de sistemas instruccionales*¹⁰, la cual se expresa en modelos.

3.2.1 Modelo ADDIE

En 1975, la Universidad del Estado de Florida desarrolló el modelo instruccional ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación), bajo la metodología de sistemas de diseño instruccional y sustentado en un marco teórico conductista. Sin embargo, de acuerdo a Herrera (2007), el modelo ADDIE también ha sido utilizado bajo un marco teórico constructivista, o bien combinando

¹⁰ Del inglés, *Instructional Systems Design* (ISD), en español: diseño de sistemas instruccionales.

ambos¹¹, Rivera (2000) define las fases del modelo ADDIE de la siguiente manera:

- **Análisis.** Constituye la plataforma para las demás fases del diseño instruccional. En ella se define el problema, su punto de partida y las posibles soluciones. Aquí se utilizan diferentes métodos de investigación, como el análisis de necesidades. El producto de esta fase se compone de las metas instruccionales y de una lista de las tareas a enseñarse. Estos productos serán los insumos de la fase de diseño
- **Diseño.** Utiliza el producto de la fase de análisis para planificar una estrategia y diseñar la instrucción. En este espacio se hace un bosquejo de cómo alcanzar las metas instruccionales
- **Desarrollo.** Se elaboran los planes de la lección y los materiales que se van a utilizar. En esta fase se elabora la instrucción y los medios que ésta demandará, así como cualquier otro material que sea necesario
- **Implementación.** Se divulga eficientemente la instrucción, y puede ser desarrollada en diferentes espacios: salones de clases, laboratorios y otros contextos. En esta fase se propicia la comprensión de materiales, el dominio de destrezas y objetivos, así como la transferencia de conocimientos de ambientes instruccionales hacia ambientes de trabajo
- **Evaluación.** Se mide la efectividad y eficiencia de la instrucción. La evaluación deberá darse en todas las fases del proceso instruccional. Aquí se considera que existen dos tipos de evaluación: formativa y sumativa. La evaluación formativa es continua, es decir, se lleva a cabo mientras se están desarrollando las demás fases¹². El objetivo es mejorar la instrucción antes de que llegue a la etapa final. La evaluación sumativa se da cuando se ha implantado la versión final de la instrucción. En ella se verifica la efectividad total de la instrucción y los hallazgos se utilizan para tomar una decisión final.

¹¹ Actualmente, existe un gran interés por utilizar las tecnologías de la información en modalidades que combinan, tanto la forma presencial como a distancia, además de enfoques pedagógicos diversos. A esta nueva tendencia se le conoce como *Blended learning* o *b-learning*.

¹² Desde este enfoque instruccional se considera al aprendizaje como un proceso, no solamente como un producto final o una función a perfeccionar del aprendiz.

3.2.2 Modelo de aprendizaje cooperativo de Johnson y Johnson y su implementación como método instruccional

La orientación pedagógica del nuestro modelo de agente propuesto está determinada por los principios del aprendizaje en una combinación implementada en las cinco condiciones del modelo instruccional cooperativo y colaborativo planteado por Johnson y Johnson (1995), y Cabero (2005). La combinación de estos dos principios del aprendizaje invoca complementariedad, no sólo antagonismo, por lo que el desarrollo de las competencias individuales (principio instructivista) conlleva al desarrollo de habilidades interpersonales (principio constructivista). (Cabero, 2005).

3.2.2.1 Las cinco condiciones esenciales para el aprendizaje colaborativo

A continuación resumimos el modelo de aprendizaje colaborativo planteado por Johnson y Johnson (1995) el cual es acorde al modelo instruccional colaborativo que estamos planteando para ser implementado en el modelo de agente tutor:

Este modelo plantea que la interdependencia positiva promueve la percepción de que un estudiante está vinculado con otros, de tal manera que no puede tener éxito si es que los demás no lo tienen. También afirma que los beneficios del trabajo de los compañeros de grupo redundan en uno mismo, al igual que el trabajo propio beneficia al grupo. Su principal postulado práctico es que el docente debe establecer cinco condiciones indispensables para el logro del aprendizaje cooperativo, las cuales son:

- *Interdependencia positiva bien definida*
- *Extensa interacción fomentadora (cara a cara)*
- *Responsabilidad individual y personal bien definida*
- *Uso frecuente de las habilidades interpersonales y en grupos pequeños*
- *Procesamiento por el grupo*

En el enfoque de Johnson y Johnson una parte central la ocupan el desarrollo de las habilidades interpersonales.

3.2.3 Implementación del modelo instruccional: Proceso de aprendizaje cooperativo (PAC) en la conducta del agente tutor inteligente

Adams (1996) explica que el modelo instruccional orientado hacia el *Proceso de Aprendizaje Cooperativo* (PAC) está formado por varias tareas o actividades que deben ser desarrolladas tanto por el docente (considerado como facilitador en el aprendizaje cooperativo) como por los grupos de aprendices. Este modelo define dos categorías de tareas:

- Tareas a realizar por el facilitador
- Tareas a desarrollar por los miembros de los grupos

Este autor señala que las fases del *Proceso de Aprendizaje Cooperativo* definen la estructura de un modelo instruccional de aprendizaje para desarrollarse en grupos pequeños y en ambientes de aprendizaje sincrónicos en contacto cara a cara (mismo tiempo, mismo lugar). El modelo PAC en cada una de sus fases procura que se hagan presentes las condiciones necesarias del aprendizaje cooperativo propuesto por Johnson y Johnson. Para explicarlo se puede dividir el modelo en tres fases: Preproceso (fase de preparación e implementación de la enseñanza, Proceso (fase de implementación del aprendizaje y Posproceso (fase de evaluación). Se muestra la secuencia del diagrama en la figura 20.

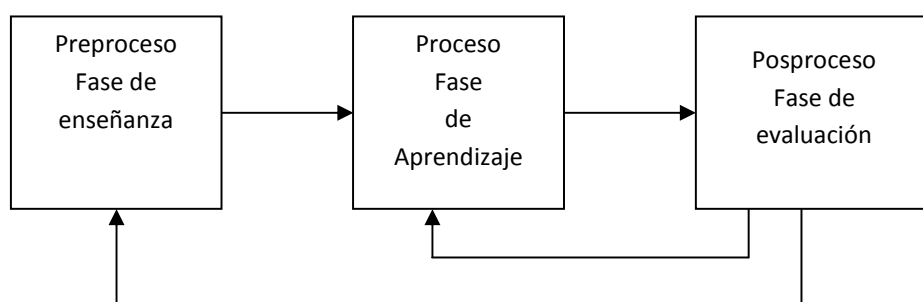


Fig. 20 Diagrama de las fases del modelo instruccional Proceso de aprendizaje cooperativo (PAC). El diseño instruccional como modelo es la representación visual o conceptual de un proceso instruccional que muestra las principales fases y la relación que guardan cada una entre ellas.
Fuente Adams (1996)

3.3 Descripción del modelo instruccional del agente tutor

A continuación presentamos una explicación del modelo instruccional del STI.

3.3.1 *Modelo instruccional de un agente tutor*

Es importante destacar que los STI, como herramienta educativa, en su concepción han desarrollado una forma de modelo instruccional acorde con las particularidades: principalmente realiza un diagnóstico dinámico y adaptativo, de este modo cumple con las características de todo modelo instruccional de propósito general. A continuación se describen resumidamente sus componentes esenciales.

3.3.1.2 *Componentes del modelo instruccional de un STI*

Los STI permiten la emulación de un tutor humano a fin de poder determinar *qué enseñar, cómo enseñar y a quién enseñar incluso evaluar* a través de módulos instruccionales¹³ explicados de la siguiente manera:

- *Un módulo del dominio: que define el dominio del conocimiento,(que enseñar)*
- *Un módulo del estudiante: que es capaz de definir el conocimiento del estudiante en cada punto durante la sesión de trabajo,(diagnóstico)*
- *Un módulo del tutor: que genera las interacciones de aprendizaje basadas en las discrepancias entre el especialista y el estudiante*
- *Una interfaz con el usuario: que permite la interacción del estudiante con un STI de una manera eficiente (conocimiento sobre cómo presentar los contenidos)*

La singularidad de un sistema tutor *inteligente* es su capacidad para adaptarse a los estudiantes, por este motivo, el problema del modelado de alumno en la metodología, diseño y desarrollo es un tema crítico, ya que es el núcleo del STI (Laureano-Cruces, 2000, Laureano-Cruces, et al. 1998, 2000); (Laureano-Cruces, Ramírez-Rodríguez, Mora-Torres, de Arriaga, Escarela-Pérez, 2010).

¹³ **Módulo Instruccional**, es un material didáctico cuyo contenido posee los elementos que son necesarios para que se produzca el proceso de aprendizaje el cual tiene como propósito enseñar conceptos y permitir la adquisición de destrezas de acuerdo con la dinámica de aprendizaje del alumno sin la intervención presencial continua del educador.

Shute (1995) indaga el tema buscando un significado de lo que era *STI*, y concluyo que: *Casi todo el mundo coincide en que el elemento más crítico es el diagnóstico cognitivo (o modelado del alumno). La siguiente característica más citada es la adaptación en la asistencia. Y aunque algunos sostienen que la asistencia forma parte de la “T” de STI, nuestra postura es que las dos componentes, (diagnóstico y asistencia), trabajando conjuntamente constituyen la inteligencia de un STI.* Nuestra conclusión es que: estos dos componentes trabajando de manera conjunta constituyen la inteligencia de un STI. En la figura 21 se puede observar un diagrama que explica la correspondencia de los módulos de un STI, con las fases de un modelo instruccional.

Diagrama de correspondencia de un STI con el modelo instruccional

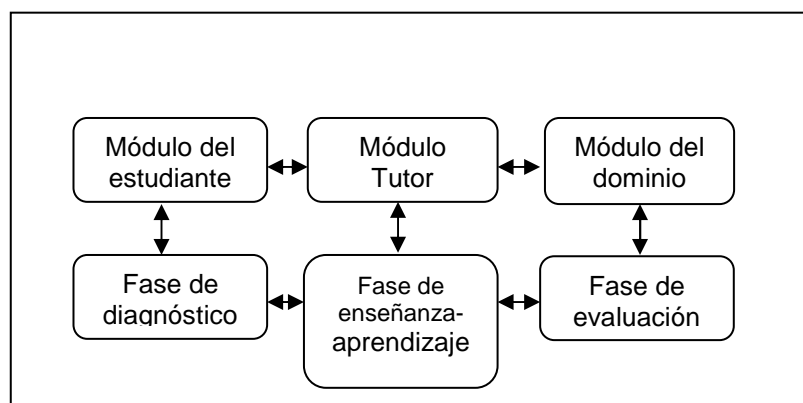


Fig. 21 Correspondencia entre el modelo instruccional de un STI de propósito general con las fases típicas de un modelo instruccional. Creación de; Laureano-Cruces, Acuña-Garduño.

Una peculiar diferencia entre modelos instruccionales tradicionales y los STI es que los últimos son capaces de percibir lo que sabe el estudiante y cómo va en su progreso, a través de la interacción entre los módulos básicos mencionados, por lo que la enseñanza, se puede ajustar según las necesidades del estudiante, (Perkins, 1995). A continuación explicaremos nuestro modelo de agente tutor inteligente bajo la lógica de un modelo instruccional colaborativo planeado por Johnson y Johnson (1995).

3.4 Modelos mentales y modelos formales

En este apartado se analiza la relevancia de la interacción entre los modelos mentales (psicología cognitiva) y los modelos formales (inteligencia artificial) para la construcción de modelos del razonamiento ordinario desde una perspectiva cognitiva (Laureano-Cruces et al. 2001), (Johnson-Laird, 1993). De la combinación de ambos modelos se derivan algunas soluciones para la representación de las actitudes preposicionales de nuestro agente tutor y la lógica de su conducta que nos permita articular e implementar algunos de los procesos deductivos de razonamiento instruccional que regirán su comportamiento. En algunas áreas cognitivas es posible formular teorías de competencia, que especifiquen: qué tiene que ser calculado, cuándo, y por qué (Laureano-Cruces, 2000). Posteriormente con base en estas teorías es posible desarrollar un algoritmo que lo represente. A esta área de estudio se le conoce como la teoría de competencia y se realiza en función de los modelos mentales. Para el desarrollo del modelo mental en nuestro trabajo retomamos los criterios establecidos en la psicología cognitiva de los cuales de acuerdo a Laureano-Cruces, Ramírez-Rodríguez, Mora-Torres, de Arriaga, F., Escarela-Pérez (2010) se destaca:

- Un modelo puede evidenciar clara y exitosamente las restricciones y características de la tarea; con frecuencia está representado en varios niveles de abstracción, haciendo explícitos principios importantes y relaciones conceptuales que de otra forma serían difíciles de entender.
- Los mapas cognitivos difusos son una forma de representación del conocimiento que soporta el paralelismo y la distribución.
- Es por medio de la sistematización que un modelo cognoscitivo logra representar las relaciones de causalidad que guardan entre sí los componentes que conforman un sistema.
- Un sistema cognoscitivo logra simular la realidad, adaptándose a ella en relación a objetivos.
- El formato de un modelo puede ser gráfico como mapas, diagramas de Venn, diagramas de flujo, diagramas estructurados, pseudocódigo. Ver la figura 22.

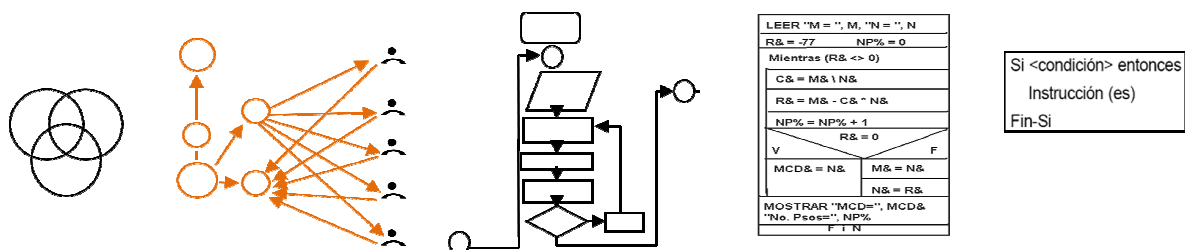


Fig. 22 La representación de un modelo puede ser gráfico como mapas, diagramas de Venn, diagramas de flujo, diagramas estructurados, pseudocódigo. Creación propia

Los esquemas mentales de acuerdo a Johnson-Laird (1993) permiten conocer los diferentes estados que hacen posible la madurez de la experticia y la diferencia de comportamiento entre novatos y expertos en la solución de problemas utilizando diferentes estrategias para llegar a la solución. De aquí que sean un elemento a considerar cuando se desarrollan sistemas de software que conlleven el uso de técnicas de inteligencia artificial como son: los sistemas de aprendizaje inteligentes y los sistemas expertos, entre otros.

3.4.1 Modelo cognitivo de aprendizaje

El resultado del modelo mental es un modelo cognitivo de aprendizaje con el fin de esclarecer los procesos de enseñanza-aprendizaje. Estos modelos han sido utilizados con éxito en el análisis de:

- Dominio o área de conocimiento
- Modelamiento de conductas reactivas¹⁴
- La resolución de problemas para representar la forma en que el novato migra hacia la experticia
- Un modelo integral que además de incluir el aprendizaje de habilidades cognitivas incluye las afectivas, motivacionales y sociales

¹⁴ Reactividad de la conducta de un agente significa que cada estrategia didáctica está ensamblada como una secuencia de acciones didácticas en las que interviene el agente pedagógico. En la Tabla 2. se muestran los distintos comportamientos que exhibe el agente pedagógico de acuerdo a las distintas entradas que percibe; mismas que son el producto de percibir el estado de aprendizaje del alumno. Laureano et al. (2003) proponen un procedimiento para desarrollar un modelo mental cualitativo.

3.4.2 Análisis Cognitivo de Tareas

El análisis cognitivo de tareas pretende capturar el pensamiento conociendo cómo trabaja el cerebro con los siguientes pasos: explicar, analizar, representar (Laureano-Cruces, De Arriaga, García-Alegre, 2001). También el análisis cognitivo de tareas es una herramienta que permite considerar los diferentes niveles de complejidad de los procesos subyacentes al desempeño (de una conducta de aprendizaje), así como evaluar integralmente la evolución progresiva del estudiante (en nuestro caso analizamos y evaluamos la conducta de nuestro agente pedagógico o compañero de aprendizaje), en las diferentes etapas y capas del aprendizaje, esto es posible de realizar con un análisis diferencial de operaciones cognitivas de complejidad creciente; esto es con un Análisis Cognitivo de Tareas (ACT). (Castañeda, 1998^a, 1998b, 2002, 2004a, 2004b, 2006; Chipman, Scharangen, y Shalin, 2000). En la figura 23 se propone un esquema simplificado del ATC:

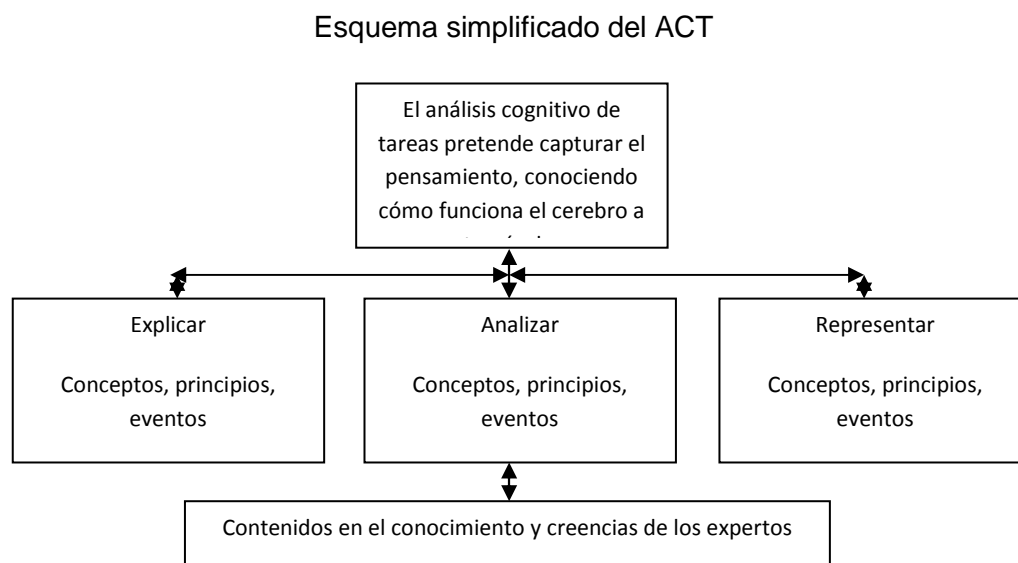


Fig. 23 Esquema explicativo del análisis cognitivo de tareas (ACT). Creación propia. Fuente (Castañeda, 1998^a, 1998b, 2002, 2004a, 2004b, 2006; Chipman, Scharangen, y Shalin, 2000)

3.4.2.1 Características del modelo mental y su representación de la conducta del agente tutor

En esta tesis hemos elegido los diagramas estructurados como forma de representación de los modelos mentales que especifican las distintas conductas establecidas para el proceso de enseñanza-aprendizaje (Laureano-Cruces, 2000). Representamos la conducta de nuestro agente tutor colaborativo con base en las secciones anteriores y en el enfoque de los cinco principios o condiciones del aprendizaje bajo un modelo instruccional colaborativo: (C1, C2, C3, C4, C5). A continuación se muestran y describen las conductas en las figuras 24 y 25.

Representación de la conducta del agente tutor colaborativo

Inicio		
	Repite	
	Si	(Hay objetivos de grupo)
	Entonces	C1 : valida
	Si	(Existe comunicación intergrupar)
	Entonces	C2: valida
	Si	(Cada miembro del grupo es capaz de alcanzar objetivos)
	Entonces	C3: valida
	Si	(Cada miembro del grupo desarrolla habilidades diferentes)
	Entonces	C4:valida
	Si	(Todos los miembros del grupo toman decisiones sobre la consecución de tareas)
	Entonces	C5: valida
		Hasta C1,C2,C3,C4,C5
Fin		

Fig. 24 Diagrama estructurado que describe la conducta global del agente tutor inteligente colaborativo. Creación propia.

Descripción de las condiciones

Enunciado de las condiciones	Descripción
Condición 1: establecimiento y definición de los objetivos grupales	<i>(ejemplo: entrenar un grupo deportivo para lograr alcanzar metas)</i>
Inicio	
Definir objetivos de grupo	
Fin	
Condición 2: Comunicación Interpersonal	(ejemplo: comunicación de los objetivos y forma de alcanzarlos entre los miembros del grupo)
Inicio	
Intercambian materiales e información	
Fin	
Condición 3: Asignar objetivos parciales y responsabilidad personal	(ejemplo: el grupo asigna a cada miembro del grupo los objetivos que deberá alcanzar)
Inicio	
Cada miembro del grupo define objetivos parciales que contribuyen a alcanzar el objetivo grupal	
Fin	
Condición 4: Definición de roles	(coordinación y actuación de cada miembro del grupo según sus habilidades personales en beneficio de los objetivos del grupo)
Inicio	
Definir roles de funcionamiento intergrupales para el logro de objetivos de grupo	
Fin	
Condición 5: Evaluación de objetivos alcanzados	(se realiza una reflexión al interior del grupo para redefinir los objetivos alcanzados y los que están por alcanzarse)
Inicio	
Se redefinen acciones válidas.	
Fin	

Fig. 25 Descripción de las condiciones de la conducta global del agente tutor inteligente colaborativo. Creación propia.

3.4.3 Análisis Cognitivo de Tareas de la conducta del agente

A continuación presentamos los esquemas del análisis cognitivo de tareas ACT (Mora-Torres, Laureano-Cruces, Velasco-Santos, 2011), adaptado al análisis de la conducta del agente pedagógico colaborativo basado en la metodología propuesta por Peñalosa E. y Castañeda S. (2004) y el modelo instruccional propuesto por Johnson y Johnson (1995). Figura 26.

Condiciones del aprendizaje colaborativo	Descripción de los pasos	Formas de evaluación	Tipo de representación
1. Objetivos de grupo	El tutor define los objetivos de grupo	Test de comprensión de los objetivos grupales	Se muestran a todos gráficamente los objetivos
2. Comunicación interpersonal	El tutor promueve el Intercambio de materiales (Acorde con el dominio que persigue el grupo)	Registro y verificación estadística del número y tipo de comunicación De uno a todos y de todos a uno	Se muestra una estadística de participaciones en la comunicación intragrupal
3. Responsabilidad individual	El tutor asigna a cada miembro del grupo, define y responsabiliza de objetivos parciales que contribuyen a la solución grupal	Verificación de coincidencias de los objetivos individuales con los grupales	Cada miembro del grupo muestra a todos gráficamente cuáles son sus objetivos
4. Cada miembro del grupo desarrolla habilidades diferentes	El tutor Define roles de funcionamiento	Verificación de roles diferentes para cada miembro del grupo	Cada miembro del grupo muestra cual rol asumirá para contribuir a la solución grupal
5. El grupo toma de decisiones sobre la consecución de tareas	El tutor y el grupo definen acciones válidas de cada miembro válidas para la solución.	El tutor Experto plantea Evaluación de las acciones realizadas	Se expone a todos una grafica de las acciones que se continuaran y cuáles no

Fig. 26 Esquema de representación del análisis cognitivo de tareas ACT de la conducta del agente tutor colaborativo basado en la metodología de Castañeda. Fuente Castañeda (2004)

El análisis cognitivo de tareas¹⁵ nos permite observar las características de cada paso que se desarrollará en cada etapa de la conducta del modelo de agente tutor

3.4.3.1 *Especificación de la conducta del agente tutor descripción de la condición 1 figura 27.*

Pasos de desarrollo de la condición 1	Contenido de los pasos	Formas de evaluación	Tipo de representación
1. Objetivos de grupo	El tutor define los objetivos de grupo (Estratégico Conceptual y Procedimental)		
1.1 comunica simultáneamente todos los participantes del grupo los objetivos y obtiene información del mensaje recibido	Estratégico	Test de comprensión de los objetivos grupales	Se muestran a todos gráficamente los objetivos
1.2 Comunica simultáneamente a todos la responsabilidad cada miembro del grupo y obtiene información del mensaje recibido	Conceptual	Test de comprensión de los objetivos parciales de los que cada miembro del grupo es responsable	Se muestran a todos gráficamente las responsabilidades
1.3 Comunica simultáneamente a todos los roles de cada miembro del grupo y obtiene información del mensaje recibido	Procedimental	Test de comprensión de los Roles asignados	Se muestran a todos gráficamente los roles a desempeñar
1.4 Evalúa simultáneamente	Cognitivo obtiene evidencias	Análisis del los test	Se muestran a todos gráficamente los resultados

Fig. 27 Tabla de especificación del ACT en la condición 1. Creación del autor

¹⁵ Para realizar un ACT, en primera instancia es necesario identificar las competencias que componen al dominio educativo. Podemos plantear que esta identificación de las competencias principales de un dominio constituye la macroestructura de lo que se desea evaluar (Castañeda S., 2006). Cuando contamos con ella, se procede a realizar un ACT para identificar los microcomponentes que constituyen a cada competencia, e identificar gradientes de complejidad basados en las demandas de procesamiento generadas en la situación de evaluación. El procedimiento analiza la tarea mediante pasos en los que se identifican, en una secuencia progresiva de mayor detalle y precisión, los conocimientos, habilidades y las disposiciones asociados a cada paso. En este proceso es importante identificar la complejidad cognitiva (p. ej.: comprensión, aplicación, solución de problemas) y el tipo de modelo mental (p. ej.; conceptual, estructural, causal).

3.4.3.2 Especificación de la conducta del agente tutor en la condición 2 del aprendizaje colaborativo: Comunicación interpersonal figura 28.

Subpasos de desarrollo de la condición 2	Contenido de los pasos	Formas de evaluación	Tipo de representación
2.1 Comunicación del tutor colaborativo a los participantes	1. Comunica a todos los participantes de los objetivos grupales 2. Objetivos parciales 3. Roles de funcionamiento	Test de comprensión de los objetivos grupales	Se muestran evidencias textuales de la comprensión de los mensajes
2.2 Comunicación de los participantes al tutor colaborativo	Informan al tutor colaborativo del los mensajes recibidos		
2.3 Comunicación del tutor colaborativo al tutor experto	Informa al tutor experto los resultados de los test aplicados	El tutor experto evalúa los resultados que tienen que ver con el dominio del grupo	
2.4 Comunicación del tutor experto con el tutor colaborativo	1. El tutor experto evalúa los resultados que tienen que ver con el dominio que persigue el grupo e informa al tutor colaborativo de las acciones que siguen y cuáles no (Estratégico)	El tutor experto evalúa los objetivos alcanzados y cuáles no mediante el análisis de los resultados obtenidos por cada participante	Presenta información grafica de sus evaluaciones
2.5 Comunicación del tutor experto con los participantes del grupo	Informa a los participantes de los objetivos alcanzados y los roles que siguen y cuáles no (Estratégico)		Presenta información grafica de sus evaluaciones

Fig. 28 Tabla de especificación del ACT en la condición 2. Basada en Johnson y Johnson (1995), Castañeda (2004)

3.4.3.3 Especificación de la conducta del agente tutor, en la condición 3: objetivos parciales y responsabilidad individual. Figura 29.

Subpasos de desarrollo	Contenido de los pasos	Formas de evaluación	Tipo de representación
3.1 Cada miembro del grupo define objetivos parciales que contribuyen a la solución grupal	Verificación de coincidencias de los objetivos individuales con los grupales	Cada miembro del grupo muestra a todos gráficamente cuáles son sus objetivos	Gráfica
3.2 Cada miembro del grupo se responsabiliza de objetivos parciales que contribuyen a alcanzar el éxito o solución grupal			Gráfica

Fig.29 Tabla de especificación del ACT del proceso en el paso 3 Basada en Creación propia. Basada en Johnson y Johnson, (1995) y en Castañeda (2004).

3.4.3.4 Especificación de la conducta del agente tutor, en la condición 4: desarrollo de habilidades interpersonales y definición de roles de funcionamiento. Figura 30.

Subpasos de desarrollo	Contenido de los pasos	Formas de evaluación	Tipo de representación
4.1 Definición de roles en función de las habilidades personales	Cada miembro del grupo define el rol o los roles que adoptara para contribuir a la solución grupal	Verificación cada miembro del grupo muestra a todos gráficamente cuáles son sus roles	Gráfica
4.2 Cada miembro del grupo Desarrolla sus habilidades interpersonales	Cada miembro del grupo reconoce sus destrezas y se complementa con las de los demás		Gráfica

Fig. 30 Tabla de especificación del ACT del proceso en la condición 4. Creación propia. Basada en Johnson y Johnson (1995), Castañeda (2004).

3.4.3.5 *Especificación de la conducta del agente tutor en la condición 5: Evaluación grupal. Como se muestra en la figura 31.*

Subpasos de desarrollo	Contenido de los pasos	Formas de evaluación	Tipo de representación
5.1 Reflexión grupal	Se realiza una reflexión grupal para determinar que acciones continúan y cuales se detienen	Verificación cada miembro del grupo es evaluado por el tutor en función de los objetivos alcanzados	Gráfica
5.2 Procesamiento por el grupo	El grupo toma de decisiones sobre la consecución de las tareas	El tutor Experto plantea evaluación de las acciones realizadas	Se expone a todos una grafica de las acciones que se continuaran y cuales no

Fig. 31 Tabla Especificación del ACT del proceso en el paso 5. Basada en Johnson y Johnson (1995), Castañeda (2004).

3.5 Correspondencia del modelo instruccional con modelo de conducta del agente

El análisis (ACT) y de las interacciones entre el agente y estudiantes nos permite visualizar y evaluar de forma correcta las relaciones y las posibles formas de comunicación del agente con los estudiantes, con esta base podemos plantear un nivel de análisis más profundo de la conducta y de todo un sistema instruccional colaborativo ya que es posible plantear una arquitectura multiagente a partir del análisis general de interacciones de la conducta del agente, esta arquitectura multiagente facilita las interacciones y la reactividad de todo un sistema tutor inteligente colaborativo. Esta arquitectura corresponde con mucha claridad al modelo instruccional propuesto en esta investigación (PAC) y tiene una lógica de funcionamiento acorde con todo modelo instruccional que se considere básico en todo proyecto educativo como se muestra en la figura 32.

Esquema de relación entre agente tutor- modelo instruccional

1. Preproceso Fase del modelo instruccional: Coordinación y definición de estrategias de enseñanza Módulo activo del agente: diagnostico y preparación de la enseñanza-aprendizaje	2. Proceso Fase del modelo instruccional: implementación del aprendizaje colaborativo. Módulo del agente: tutorización Monitorización del aprendizaje colaborativo	3. Posproceso Fase del modelo instruccional: Evaluación y revisión del aprendizaje Módulo activo del agente: experto de evaluación del dominio de conocimiento
Determinar los requerimientos preinstruccionales e instruccionales: <ul style="list-style-type: none"> • Diseñar los contenidos • Definir los tamaños de los grupos • Crear los grupos • Preparar la sala • Distribuir los materiales • Diseñar los roles • Definir las reglas del juego o actividad • Definir los criterios de éxito • Determinar las conductas deseadas en términos de objetivos de aprendizaje 	Promover el uso de estrategias (interdependencia positiva de la meta, motivación entre pares, ayuda para aprender) <ul style="list-style-type: none"> • Fomentar la cooperación intragrupal • Cada miembro del grupo define objetivos parciales que contribuyen a la solución grupal • Establecer la revisión de criterios de éxito • Efectuar el monitoreo de la actividad grupal • Proveer ayuda (del facilitador y de los pares) • Promover que cada miembro del grupo reconozca sus destrezas y se complementa con las de los demás • Intervenir en caso de problemas • Facilitar la autoevaluación y la retroalimentación del grupo 	Reflexión grupal <ul style="list-style-type: none"> • Revisar criterios de éxito • Clausurar la actividad • Evaluar la calidad del aprendizaje

Fig. 32 Esquema de relación entre agente tutor inteligente colaborativo y modelo instruccional colaborativo.
Creación propia.

3.6 Diagramas del modelo instruccional

El agente tutor colaborativo está sustentado en las tres fases necesarias planteadas en el modelo instruccional denominado Proceso de Aprendizaje Colaborativo (PAC) que consta de:

1. *Preproceso (enseñanza),*
2. *Proceso (aprendizaje)*
3. *Posproceso (evaluación)*

3.5.1 Fase de preproceso

Corresponde a la fase de diagnóstico y preparación de la enseñanza por lo tanto el agente de tutor de enseñanza-aprendizaje intervendrá para la adecuada realización de esta fase que contiene n condiciones (nC) a ser cumplidas para desarrollar exitosamente esta fase. Como se muestran parcialmente en la figura 33.

Modelo mental de la conducta del Agente fase de enseñanza	Descripción
Fase de preproceso	El preproceso puede y debe de ser entendido como una etapa de planeación, preparación e implementación de la enseñanza
Inicio Repite	
Si(Hay definición de los requerimientos preinstruccionales e instruccionales en función de una evaluación de conocimientos previos)	Esta valoración previa al proceso de enseñanza permite tener un diagnostico de lo que los estudiantes saben del dominio de conocimiento a ser enseñado
Entonces	
nC1 : valida	
Repite	
Si (Hay objetivo general de enseñanza)	Este objetivo puede tener un nivel estratégico y otro táctico
Entonces	
nC2: valida	

Fig. 33 Diagrama algorítmico de la conducta del agente tutor nivel enseñanza. Creación propia.

3.5.2 Fase de proceso

Corresponde directamente a la fase de aprendizaje, y a su implementación adecuada la cual puede ser monitorizada por el agente tutor en su nivel de aprendizaje como se muestra a continuación en la figura 34:

Modelo mental de la conducta

Modelo mental de la conducta del Agente de enseñanza-aprendizaje Fase de aprendizaje	Descripción
<p>Inicio</p> <p>Repite</p> <p>Si (Existe la promoción del uso de estrategias de aprendizaje colaborativo (p.e.) interdependencia positiva de la meta</p>	<p>En esta condición es importante crear las condiciones de interdependencia positiva a través del establecimiento y explicación de los objetivos grupales en consonancia con los objetivos personales, con la finalidad de fomentar la cooperación intragrupal para el logro de los objetivos de aprendizaje</p>
Entonces	
nC5: valida	
<p>Repite</p> <p>Si(Se provee comunicación directa, intercambio de materiales y ayuda del facilitador así como de los pares)</p>	<p>En esta condición se establece el paso necesario que materializa una condición indispensable del aprendizaje colaborativo, y se hace evidente porque todos los participantes pueden intercambiar materiales e información sobre los contenidos del curso en cuestión y se aclaran dudas entre sí sobre los objetivos del mismo</p>
Entonces	
nC6: valida	
<p>Repite</p> <p>Si (Cada miembro del grupo se responsabiliza de objetivos parciales que contribuyen a la solución grupal)</p>	<p>Cada miembro del grupo muestra a todos cuáles son sus objetivos parciales de los que se responsabilizará</p>
Entonces	
nC7: valida	
<p>Repite</p> <p>Si(Si el AA una clara definición de roles en función de los objetivos parciales asumidos y las habilidades personales e interpersonales que cada miembro del grupo desea desarrollar)</p>	<p>Se trata que el AA promueva que cada miembro del grupo reconozca sus destrezas y se complementa con las de los demás para alcanzar el éxito grupal</p>
Entonces	
nC8 valida	

Fig. 34 Diagrama algorítmico de la conducta del agente nivel aprendizaje. Creación propia.

3.5.3 Fase de posproceso

Corresponde a la fase de evaluación formativa y sumativa de todo el modelo instruccional (PAC), donde el agente tutor podrá monitorizar y vigilar el cumplimiento y logro de los objetivos de aprendizaje obteniendo evidencias concretas de lo que el alumno sabe y es capaz de hacer como se muestra en la figura 35 el siguiente modelo de conducta.

Modelo mental de la conducta del Agente en fase de evaluación Fase de Proceso Evaluación formativa y sumativa		Descripción
Inicio Repite Si(Se la realiza reflexión grupal y se facilita la autoevaluación y la retroalimentación del grupo) Entonces nC14: valida		Esta condición se enlaza la condición anterior de la fase de proceso y retoma la evaluación formativa que ahí se obtuvo para agregarla a la evaluación sumativa que se obtendrá en esta fase de evaluación también se revisan los criterios de éxito
Repite Si (se evalúa la calidad del aprendizaje) Entonces nC15: valida		Implica desarrollar formas de evaluación sumativa eficaces capaces de evidenciar de forma concreta los objetivos de aprendizaje manifestados en formas de conductas deseadas y objetivos de conocimiento alcanzados
Repite		
Si (el agente realiza evaluaciones reactivas durante todas la fase de aprendizaje) Entonces nC16: valida Fin		El agente deberá intervenir reactivamente para marcar errores y aciertos durante la fase de aprendizaje y así estimular aprendizaje

Fig. 35 Diagrama algorítmico de la conducta del agente nivel de evaluación. Creación propia.

Conclusiones del capítulo III

En este capítulo se han clasificado, analizado e integrado, algunos de los modelos instruccionales relevantes en el ámbito educativo con la finalidad de considerar las características que debe incluir un modelo instruccional de propósito general.

El modelo instruccional colaborativo asistido por un agente pedagógico (Velasco-Santos, Laureano-Cruces, Mora-Torres, Herrera-Bautista, 2010) con características como compañero de aprendizaje resulta adecuado para ser implementado en distintos dominios de conocimiento. Lo anterior debido a que se trata de la implementación de una didáctica general con énfasis en el aspecto colaborativo.

Para diseñar nuestro sistema instruccional adoptamos un método con las siguientes características:

Primero. Se diseñó el modelo instruccional acorde en correspondencia con los módulos de un STI que reúne las características de un proceso de enseñanza-aprendizaje de un modelo instruccional de propósito general.

Segundo. Los requerimientos de modelo instruccional fueron derivados de un análisis de los modelos instruccionales sustentados en las teorías combinadas del aprendizaje.

Tercero. Se ha planteado un esquema claro de las interacciones del agente pedagógico dentro de un proceso de enseñanza-aprendizaje colaborativo. La interacción entre el agente pedagógico y los usuarios está sustentada en un proceso colaborativo. Con base en lo anterior se han obtenido los siguientes requerimientos para desarrollar un modelo instruccional colaborativo adecuado para ser implementado en un agente pedagógico con la siguiente estructura:

- *Un módulo del dominio: que define el dominio del conocimiento,(que enseñar)*
- *Un módulo del estudiante: que es capaz de definir el conocimiento del estudiante en cada punto durante la sesión de trabajo,(diagnostico, evaluación)*
- *Un módulo del tutor: que genera las interacciones de enseñanza-aprendizaje basadas en las discrepancias entre el especialista y el estudiante*

Se ha expuesto en éste capítulo cómo los STI pueden desarrollar sistemas que permitan:

- *Presentar al estudiante el contenido de acuerdo a su estilo de aprendizaje*
- *Asesorar al estudiante acerca de cómo debería aprender un contenido determinado y cuáles son las habilidades esperadas*
- *Tutorizar al estudiante a fin de que pueda cumplir los objetivos del tema en tiempo y forma*
- *Asistir al mismo en los procesos de trabajo colaborativo con el tutor y con los pares*
- *Efectuar los diagnósticos sobre el rendimiento de los estudiantes y proveerles de herramientas para mejorar su producción*

Consideramos que todo lo anterior es posible lograrlo gracias a la unión de los requerimientos mencionados en el capítulo anterior con los requerimientos de un modelo instruccional colaborativo.

Se infiere, por el análisis realizado, que para el ámbito tutor es importante diseñar y realizar nuevos esquemas de instrucción colaborativos, tanto para aquellos entornos asistidos por un tutor humano, como en los que incluye un integrante simulado (agente tutor).

Se requiere también, para este último, diseñar modelos para el grupo y aprendices, adecuados al dominio, así como analizar la combinación de técnicas pedagógicas, centradas en algunos casos en el proceso de aprendizaje, y en otros, en el de la enseñanza.

En el siguiente capítulo con base en este análisis de la conducta de los agentes que intervienen en este sistema tutor inteligente colaborativo es posible establecer los criterios generales para el diseño y desarrollo del entorno computacional o sistema colaborativo donde se desenvuelve la interacción del agente y los usuarios del sistema.

CAPÍTULO IV

CAPÍTULO IV

Diseño del modelo colaborativo para soportar el proceso de enseñanza-aprendizaje apoyado por un agente pedagógico

Introducción

Este capítulo tiene como objetivo presentar las características de análisis y diseño para determinar los requerimientos de un sistema computacional basado en una didáctica general de un proceso de enseñanza-aprendizaje colaborativo. De acuerdo a Gandara (2004), actualmente en el ámbito de la ingeniería de software, se han desarrollado una gran variedad de formas en que se puede abordar la creación de este tipo de sistemas, todos parten de un punto común, determinar la mejor solución para los problemas de trabajo en grupo.

4.1 Enfoques para el análisis y diseño de software educativo

Todos los enfoques que se puedan dar a este proceso involucran un conjunto de tareas básicas, mismas que según el caso particular de que se trate (método o paradigma) puede variar el orden, contener algunas tareas adicionales o prescindir de otras y se observa que las principales tareas que se encontrarán son:

- **Definición y análisis de requerimientos:** encontrar los problemas y determinar los factores principales que los componen, tales como sus entidades (objetos que participan en el problema), las actividades (dinámica específica de cada objeto o elemento que constituye el problema) y las relaciones que existen entre ellos.
- **Diseño de sistema:** proponer un modelo que describa las entidades, las actividades y las relaciones encontradas para el problema a resolver, así como las áreas y niveles de influencia de cada uno de ellos y su interacción con el medio ambiente que rodeará al producto una vez que entre en operación. Diseño de programa: Proponer la estructura y los componentes de cada una de las partes que constituirán al producto de software que se desarrollará determinando las entidades y actividades que atacará, además de establecer la manera en que este

se relacionará con los demás programas que compongan al sistema en su conjunto.

- **Implementación de programas:** llevar al cabo los diseños de programa planteados con anterioridad utilizando las herramientas que convengan para tal efecto.
- **Pruebas de programa:** determinar mediante su utilización si el programa probado cumple con las especificaciones bajo las que fue creado y cubre los requerimientos y necesidades específicos planteados para su desarrollo con la calidad y desempeño esperados.
- **Pruebas de integración:** determinar si los programas pueden ser correctamente integrados para construir una solución completa sin perder su eficiencia en la solución de los problemas específicos para los que fueron creados.
- **Pruebas de sistema:** determinar si el producto completo cumple con la solución planteada originalmente y cubre las necesidades y requerimientos analizados.
- **Liberación del sistema:** puesta en operación del sistema dentro del ambiente real para el que fue creado.
- **Mantenimiento:** proceso de corrección de errores e incorporación de mejoras al sistema.

4.2 Análisis de algunos de los modelos más relevantes para el desarrollo de sistemas computacionales educativos

4.2.1 Modelo NOM

Entre otros modelos analizados para el desarrollo de un sistema de este tipo hay uno que integra y sintetiza los conceptos pedagógicos en el diseño de interfaz educativa para grupos: El modelo NOM (Niveles, Orientación y Modalidades de uso). Este modelo fue diseñado con la intención de eliminar las faltas de información y por lo tanto los usos triviales o mal dirigidos de la computadora como herramienta integral en el proceso educativo. En términos generales ofrece una forma de sistematizar el empleo de la tecnología dentro y fuera del aula, lo que ofrece resultados prácticos de aplicación inmediata. Sus conceptos básicos son:

Niveles de uso: este elemento se refiere al grado en que el docente, o el alumno pueden ajustar, alterar o modificar los programas o las herramientas educativas que se diseñan, en este sentido, se identifican al menos tres niveles diferentes:

- *Uso de programas*
- *Adaptación de programas*
- *Creación de programas*

Orientación de uso: este elemento es el papel que el STI, tiene en el proceso de enseñanza–aprendizaje, a través del agente pedagógico. Sintetizando el proceso, se identifican tres alternativas para dirigir los productos que se diseñan y desarrollan:

- *Orientado al docente*
- *Orientado al aprendiz*
- *Orientado a ambos*

Modalidad de uso: es el punto donde convergen los objetivos que se plantean en el proceso de instrucción y los contenidos que se ofrecen por parte del software. La proporción alumnos-computadoras, el contexto social y espacial, y la intensidad temporal con que se usa STI, son algunos de los factores externos que se deben considerar para determinar la modalidad de uso de la herramienta que se esté diseñando.

Específicamente los elementos que deben ser plenamente analizados para determinar cuál es la modalidad más adecuada son:

- *Objetivos instruccionales*
- *Contenidos disponibles*
- *Proporción alumnos computadoras*
- *Contexto social*
- *Intensidad temporal de uso*

- *Contexto económico*
- *Contexto político*

4.2.2 Modelo AMENITIES

Otro modelo analizado es AMENITIES (*A Methodology for Analysis and Design of Cooperative Systems*) el cual, según Garrido (2005) se basa en modelos de comportamiento y tareas para el análisis y diseño de estos sistemas. Permite realizar un modelado conceptual del sistema colaborativo; centrándose en el grupo y cubriendo aspectos relevantes de su comportamiento (dinamismo, evolución, etc.) y estructura (organización, leyes, etc.). La especificación obtenida contiene información relevante: componentes, tareas de usuario, elementos de dominio, diálogos persona-máquina y persona-persona, presentaciones, etc. para la creación de la interfaz de usuario.

4.2.3 Modelo Macaulay para el Diseño de un sistema colaborativo

El modelo que adoptamos en esta tesis es el realizado por Macaulay L. (1995), sobre metodología de especificación y diseño de interfaces para sistemas colaborativos soportados por sistemas de software el cual propone el empleo de una metodología enfocada en el diseño de interfaces para sistemas de trabajo en grupo, sin descuidar el enfoque de análisis de interfaz de usuario. De acuerdo con Macaulay L., el objetivo de este método es proponer al diseñador una manera de pensar ágilmente¹⁶ en la complejidad de la situación e identificar las necesidades de estos sistemas. Los requerimientos de análisis para la realización de un sistema basado en el modelo de aprendizaje colaborativo apoyado por computadora son los mostrados en la figura 36.

¹⁶ Hay una necesidad de métodos [ágiles y orientados a procesos] ya que no hay un modelo de desarrollo que se ajuste a todos los propósitos imaginables. (MacCauley, 2001). **Un método es ágil cuando:** El desarrollo de software es **incremental:** liberaciones pequeñas y ciclos rápidos. **Cooperativo:** clientes y desarrolladores trabajando juntos. **Simple y directo** el método es fácil de aprender y modificar. **Adaptativo:** es posible realizar cambios de último momento.

Diagrama de requerimientos de un sistema para el aprendizaje colaborativo

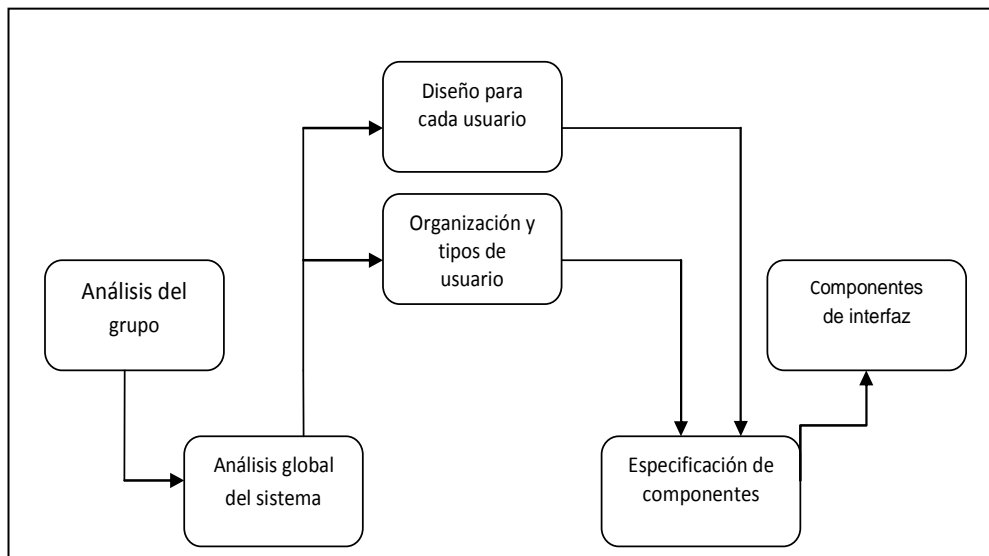


Fig. 36 Diagrama de pasos a seguir para el análisis de los requerimientos de un sistema colaborativo de aprendizaje apoyado por un agente tutor. Creación propia.

- Análisis del grupo (para nuestro caso es el análisis de un grupo usuarios de aprendizaje colaborativo o también Grupo de integrantes del proceso de enseñanza-aprendizaje colaborativo GIPE-AC)
- Análisis global del sistema (análisis del entorno instruccional implementado)
- Análisis del usuario (análisis de la conducta del usuario en el entorno instruccional)
- Organización y tipos de usuario (tutor, estudiante, agente tutor)
- Diseño conceptual para cada usuario (interfaz para tutor, estudiante, y agente tutor)
- Especificación de componentes (con base en los modelos de diseño de interfaz)

A continuación explicaremos cada uno de estos requerimientos de un modelo de sistema colaborativo propuesto por MacCauley.

4.2.3.1 Análisis del grupo

En esta etapa se realiza un documento de análisis de los integrantes del grupo con el suficiente nivel de detalle para permitir al diseñador describir a éste, en términos de: qué hacen los miembros del grupo y cómo se comunican entre ellos.

En este sentido es conveniente establecer una matriz que identifique ambos aspectos.

Caracterización del grupo de integrantes del proceso de enseñanza-aprendizaje colaborativo (GIPE-AC)

En nuestro caso el GIPE-AC se caracteriza por tener un objetivo común en consonancia con los objetivos particulares con cada uno de los miembros que contribuyen a lograr el éxito grupal, división de tareas y asignación de responsabilidades individuales, así como aprovechamiento de las habilidades personales y fomenta las habilidades de comunicación interpersonal, y la autoevaluación del grupo, así como la reflexión del proceso realizado para alcanzar sus objetivos. A partir de este análisis se puede crear un modelo de grupo que represente razonablemente al grupo usuario que utilizará el sistema. En la figura 37 se ilustra con una tabla, para el caso específico de nuestra interfaz analizamos las actividades que realiza un grupo típico de aprendizaje colaborativo y las formas en que se comunica:

Tabla de identificación de necesidades del GIPE-AC

Actividades de los miembros:	Desarrolla objetivos de aprendizaje grupales e individuales	Intercambio de información Intercambio de materiales de aprendizaje	Intercambio de dudas	Desarrollo de habilidades interpersonales de comunicación
Tutor humano	x			x
Agente Pedagógico	x	x		
Alumnos		x	X	x
Formas de comunicación;	Directa sincrónica	Directa sincrónica	Directa sincrónica	Directa sincrónica

Fig. 37 Tabla de identificación de actividades que realiza un grupo de aprendizaje colaborativo. Basada en Macaulay L. (1995). Creación propia

4.2.3.2 Análisis global del sistema de cooperación y comunicación

En esta etapa se necesita identificar qué nivel de comunicación y cooperación es necesario en la aplicación. Puede ser diferente en caso de que el trabajo sea

primordialmente síncrono o asíncrono, distribuido o presencial. La principal cuestión es ver el nivel de comunicación a utilizar para la interacción entre los miembros del grupo.

Para nuestro caso el sistema de comunicación depende de la fase del modelo instruccional del proceso de enseñanza-aprendizaje colaborativo (desarrollado por Adams, 2000) en que se realiza la comunicación, (por ejemplo si están en la fase de *preproceso*, *proceso* o en la de *evaluación* o *pos-proceso* (enseñanza, aprendizaje o evaluación). Las estrategias del aprendizaje colaborativo plantean fundamentalmente, una relación *cara a cara*, esto significa que los estudiantes se comunican directamente entre sí y pueden compartir información durante su proceso de aprendizaje. Este modelo está formado por varias tareas o actividades que deben ser desarrollas tanto por el docente o facilitador como por los grupos de aprendices. Como se muestra en la figura 38.

Análisis global de comunicación del sistema de aprendizaje colaborativo			
	Fase de Preproceso	Fase de proceso	Fase de pos-proceso
Nivel de comunicación	Asíncrona	Síncrona	Asíncrona y síncrona
Nivel de cooperación	Grupal	Individual y grupal	Individual grupal

Fig. 38 Tabla de identificación global de comunicación del sistema para un grupo de aprendizaje colaborativo. Basada en Macaulay L. (1995).

4.2.3.3 Análisis del usuario

En esta etapa se considera a cada uno de los miembros del grupo y los tipos de tareas que realizan. El modelo de usuario tiene en cuenta: a) su conocimiento, b) habilidades, c) experiencia, d) motivación, e) qué tareas realiza, y f) su contribución a las tareas del grupo. De acuerdo a Errore (1997), para desarrollar una interfaz en un sistema típico de software es necesario realizar los siguientes pasos:

- Analizar el *tipo de usuario* que va a usar el sistema,
- Especificar las *acciones* que la interfaz debe soportar con el fin de cumplir con los objetivos del usuario,
- Especificar los *tipos de datos* (objetos) sobre los que se ejecutarán las acciones
- Definir el *plan o estrategia* por la cual un usuario potencial alcanzará sus metas o requerimientos.

Para nuestro caso en la figura 39 presentamos la siguiente tabla de análisis de usuario y operaciones que la interfaz debe soportar.

Tabla de análisis de usuario

Tipo de usuario	Acciones que la interfaz debe soportar	Tipos de datos (objetos)	Plan o estrategia
Tutor humano	Desarrolla objetivos de enseñanza Aprendizaje y evaluación	Presentaciones Tareas Test Ejercicios	Implementa el método de aprendizaje colaborativo
Agente Pedagógico	Apoya el desarrollo de objetivos de aprendizaje y evaluación	Presentaciones Tareas Test Ejercicios	Apoya la implementación el método de aprendizaje colaborativo
Usuario	Desarrolla objetivos de aprendizaje y es objeto de evaluaciones	Tareas Test Ejercicios	Participa en la implementación del modelo instruccional

Fig. 39 Tabla de análisis de tipo de usuario, acciones que realiza y tipo de datos u objetos, (para un grupo de aprendizaje colaborativo). Basada en Macaulay L. (1995)

4.2.3.4 Organización y tipos de usuarios

El rol de cada usuario, es el conjunto de privilegios y responsabilidades atribuidas a una persona. Esta etapa, requiere de una identificación de los diferentes papeles o roles que pueden ser realizados por los miembros del grupo. En un STI colaborativo tenemos los siguientes roles:

- Usuarios
- Tutor humano
- Agente Pedagógico

4.2.3.5 Diseño para cada usuario

El componente de tareas individuales que soporta la parte de la interfaz de usuario, está relacionada con la tarea individual de éste. El componente de la tarea común, soporta la parte de la interfaz de usuario que está relacionada con las tareas comunes del grupo. El componente de interacción social, soporta la interacción entre los miembros del grupo, como la charla informal. La interfaz puede incluir, por ejemplo como se analiza en la figura 40, las imágenes de miembros del grupo, utilidades de conferencia, de soporte a la decisión, protocolos sociales, punteros compartidos, etc. La interfaz de las redes sociales es un ejemplo eficiente para la interacción social.

Diseño de componentes para cada tipo de usuario

Usuario del grupo Componente de tareas comunes (Objetivos de grupo)	Usuario individual Componente de tareas individuales (Objetivos Parciales)	Usuario social Componente De interacción social Comunicación informal Individual y grupal
Utilidades de conferencia	Utilidades para realizar ejercicios y tareas	Imágenes de los miembros del grupo
Presentaciones	Edición colaborativa de documentos	chat (la charla informal)
Pizarra de información	Punteros compartidos	Punteros compartidos
Bitácora del grupo	Diario de anotaciones	Protocolos sociales

Fig. 40 Tabla de diseño de componentes para cada tipo usuario en un sistema de actividades colaborativas. Basada en Macaulay L. (1995).

4.2.3.6 Especificación de componentes

Aquí se puede presentar en forma de un documento escrito, un diagrama de tareas, tabla, etc., en esta parte, se describen las tareas individuales, comunes y de interacción social. En nuestro caso desarrollamos esta sección con base en el análisis del modelo instruccional propuesto y se describe el proceso de interacción de este modelo con un usuario o un grupo de usuarios. Para el caso de estudio nos basamos en la arquitectura de nuestro sistema colaborativo apoyado por un agente pedagógico como se muestra en la figura 41.

Pasos de desarrollo	Descripción de los pasos	Tipo de tarea	Tipo de componente (comunicacional)
1. Objetivos de grupo	El agente tutor define los objetivos de grupo	En grupo	Representación visual de texto e imágenes
2. Comunicación interpersonal	El agente tutor promueve el Intercambio de materiales (Acorde con el dominio que persigue el grupo)	Individual	Base de datos compartida
3.Responsabilidad individual	El agente pedagógico asigna objetivos parciales a cada miembro del grupo, con el fin de definir y responsabilizar su contribución en la solución de grupo	Individual	Representación visual de texto e imágenes
4. Cada miembro del grupo desarrolla habilidades diferentes	El agente pedagógico define roles de funcionamiento	Individual	Componente acorde con el dominio de conocimiento en cuestión
5. El grupo toma decisiones sobre la consecución de tareas	El agente pedagógico y el grupo definen acciones válidas para cada miembro dentro del proceso de solución.	En grupo	Componente acorde con el dominio de conocimiento en cuestión

Fig. 41 Tabla de especificación de componentes y tareas. Basada en las ideas de Macaulay L. (1995)

En la figura 42 de acuerdo a Acuña-Garduño E. (2008) mostramos una selección de los componentes deseables para el diseño de un sistema de interacción con posibilidades de usarse por un grupo de integrantes del proceso de enseñanza aprendizaje colaborativo (GIPE-AC).

Selección de de componentes para el diseño de un sistema de interacción colaborativa

Fase de Preproceso corresponde a los pasos 1,2,3 del modelo de aprendizaje colaborativo	Componentes
Diseñar los contenidos Definir los tamaños de los grupos Crear los grupos Preparar la sala Distribuir los materiales Diseñar los roles Definir las reglas de juego Definir los criterios de éxito	Herramientas para la configuración del curso: <i>Calendario</i> <i>Agenda</i> <i>Registro</i> Herramientas de Comunicación: -Correo electrónico <i>e-mail</i> - <i>Consulta</i> Herramientas para el desarrollo y creación de contenidos, recursos o materiales instruccionales: -Glosario - <i>Lección</i> - <i>Documentación de base para el curso (recursos)</i>

Fase de Proceso corresponde al paso 4 del modelo de aprendizaje colaborativo	
Implementar del trabajo colaborativo Promover el uso de estrategias (interdependencia positiva de la meta, motivación entre pares, ayuda para aprender) Fomentar la cooperación intragrupal Establecer la revisión de criterios de éxito	Herramientas de comunicación: <i>Correo electrónico</i> <i>Mensajería instantánea</i> <i>Chat</i> <i>Foro</i> Taller <i>Wiki</i> <i>Video conferencia</i>

<p>Efectuar el monitoreo de la actividad grupal</p> <p>Proveer ayuda (del facilitador y de los pares)</p> <p>Intervenir en caso de problemas</p> <p>Establecer la Autoevaluación por grupo</p> <p>Desarrollar la retroalimentación</p>	<p><i>Web Log</i></p> <p>Diario</p> <p>Webinars</p> <p>Herramientas de Evaluación:</p> <p><i>Encuesta</i></p> <p><i>Questionarios</i></p> <p><i>Diarios</i></p> <p>Ejercicio</p> <p>Escala</p> <p>Tarea</p>
<p>Fase de Posproceso Corresponde al paso 5 del modelo de aprendizaje colaborativo</p>	
<p>Evaluación y revisión (Johnson y Johnson)</p> <p>Revisar criterios de éxito</p> <p>Clausurar la actividad</p> <p>Evaluar la calidad del aprendizaje</p>	<p>Herramientas de Evaluación:</p> <p><i>Encuesta</i></p> <p><i>Questionarios</i></p> <p><i>Diarios</i></p> <p>Ejercicio</p> <p>Escala</p> <p>Tarea</p> <p>Herramientas de comunicación:</p> <p><i>Correo electrónico</i></p> <p><i>Mensajería instantánea</i></p>

Figura 42 Selección de de componentes deseables para el diseño de un sistema de interacción.
Fuente Acuña-Garduño (2008)

Conclusiones del capítulo IV

En el capítulo IV se han analizado algunos de los modelos metodológicos para obtener los requerimientos de un sistema computacional colaborativo de aprendizaje, a partir del modelo de Macaulay se han definido los requerimientos generales para tal propósito:

La interfaz para un sistema colaborativo debe de facilitar todas las ayudas a los integrantes del grupo para lograr la interacción y el acceso a las herramientas necesarias para la realización de las actividades de aprendizaje. Como ya se ha mencionado en esta investigación, la interfaz de un sistema de interacción colaborativo está orientada por el modelo CSCL y debe cumplir con los niveles de usabilidad requeridos, para tal efecto, el diseñador de estos entornos necesita de una metodología, técnicas y procedimientos para ese propósito. La representación de la información en un entorno de aprendizaje virtual colaborativo puede ser muy variada. Desde un espacio basado fundamentalmente en texto hasta la incorporación de componentes de interacción multimedia o simuladores en tres dimensiones (por ejemplo en la enseñanza de la telemedicina). Lo realmente importante es que el sistema de organización de la información explicita el propósito instruccional del entorno e incorpore elementos hipermediales (mediante sonido, animaciones, vídeo) lo que otorga un papel más interactivo a los estudiantes.

Una parte importante de la metodología de esta investigación se enfocó hacia la caracterización de los requerimientos característicos de un grupo de aprendizaje es decir un grupo que se organiza en relación a un modelo y un propósito instruccional y que para lograr sus objetivos requiere de un sistema computacional que facilite sus tareas. (Desde el punto de vista funcional y de representación). Otra parte de este capítulo está orientada a obtener los requerimientos que soporten esta interacción es decir los componentes de interfaz, que ayudarán a realizar la tarea actividad en concreto.

El diseño de la interfaz de usuario es un proceso complejo que requiere comprender las tareas que el usuario debe realizar sobre el sistema y las características de los diferentes usuarios que lo manejan. Esto implica que la actividad de diseño de interfaces de usuario es crucial en el proceso de desarrollo de las aplicaciones colaborativas. La interfaz de usuario de estos sistemas computacionales de trabajo colaborativo debe soportar que un grupo de usuarios realice sus actividades colaborativamente. En la figura 43 se resumen en una tabla los requerimientos generales del sistema obtenidos bajo la metodología propuesta:

Análisis del grupo	Análisis global del sistema de cooperación y comunicación	Análisis de la conducta del usuario en el entorno instruccional	Organización y tipos de usuarios	Diseño para cada usuario	Especificación de componentes
Grupo de aprendizaje colaborativo	Tipo de requerimiento de comunicación: síncrona y asíncrona	Tutor Desarrolla Objetivos de Enseñanza Aprendizaje y evaluación	Tutor humano	Usuario grupal Componente de tareas comunes (Objetivos de grupo)	Representación visual de texto e imágenes Multimedia
Realiza actividades de enseñanza aprendizaje evaluación	Tutor-agente Tutor-estudiantes Tutor-estudiante	Agente Apoya el desarrollo de objetivos de aprendizaje y evaluación	Agente tutor	Usuario individual Componente de tareas individuales (Objetivos Parciales)	Base de datos compartida
Desarrolla objetivos de aprendizaje grupales e individuales	Agente-tutor Agente-estudiantes Agente-estudiante	Estudiante Desarrolla objetivos de aprendizaje y es objeto de evaluaciones	Estudiante	Usuario social Componente De interacción social Comunicación informal Individual y grupal	Representación visual de texto e imágenes

Fig. 43 Tabla general de requerimientos de sistema colaborativo para el aprendizaje. Creación del autor.

CAPÍTULO V

CAPÍTULO V

Modelos de estudio para el desarrollo de la interfaz de usuario de un sistema para el aprendizaje colaborativo asistido por un agente pedagógico.

Introducción

Este capítulo tiene como objetivo analizar los distintos modelos para el desarrollo de la interfaz para fundamentar el criterio de diseño propuesto para el diseño de la interfaz de nuestro sistema colaborativo para el aprendizaje. Partimos de la idea básica que la interfaz de usuario: *es la parte del sistema computacional que permite al usuario acceder a las facilidades del ordenador* (Dix, A., Finlay, J., Abowd, G., Beale, R.1998).

5.1 Modelos o enfoques de estudio de la interfaz de usuario

Lewis y Rieman (1993) explican que la función de la interfaz es la de mediar entre el hombre y la máquina. Desde esta perspectiva una interfaz permite utilizar una máquina para el propósito que fue construida, los autores explican que la interfaz es lo que facilita la comunicación y la interacción, entre dos sistemas de diferente naturaleza; como son el ser humano y la computadora. La interfaz es también la presentación que en pantalla ofrece el sistema al usuario para que ambos puedan interactuar. En el nivel conceptual de las ciencias de la computación la interfaz se divide en hardware y en software:

- Ejemplos de interfaz del tipo hardware son el teclado, el mouse, las pantallas táctiles, etc. (es decir, superficies de contacto como las interfaces táctiles, visuales, biométricas y otras conocidas como multimodales).
- Las interfaces del tipo software hacen referencia a todos los programas que permiten la interacción entre el sistema operativo, la máquina y las tareas que requiera el usuario (es decir, superficie de contacto a nivel del software)

En los siguientes párrafos presentamos los distintos enfoques derivados de la *metodología interacción persona ordenador* (IPO) para analizar el diseño y

desarrollo de la interfaz y poder así fundamentar nuestra propuesta de componentes para el diseño de la interfaz nuestro modelo instruccional colaborativo apoyado por un agente tutor. Según los trabajos de Eberts (1994) y Falgueras (2000), podemos categorizar en cuatro los modelos o enfoques de estudio de interfaz de usuario: *empírico*, *cognitivo*, *predictivo* y *antropomórfico*. Aunque hay que tener en cuenta que estas divisiones no son necesariamente nítidas ni rígidas en todos los casos, ya que como veremos, un gran número de estudios podrían quedar encuadrados dentro de más de una de ellas. Por ejemplo, *muchas técnicas del modelo predictivo están basadas en teorías cognitivas, pudiéndose por tanto clasificar bajo ambos enfoques*. En la figura 44 se ilustra el enfoque de análisis de la metodología IPO.



Fig. 44 Categorización de modelos en el estudio de la Interacción Persona-Ordenador. Los modelos predictivos fundamentalmente, pero también algunos cognitivos y antropomórficos, pueden ser vistos como desarrollos de formalizaciones con distintos orígenes, hecho que podría llevar hacia una *taxonomía basada en la formalización*. Fuente Falgueras et. al. (2000)

A pesar del hecho de que algunas categorías de estudio dependan muy estrechamente de un modelo formal, también existen otras que no siguen siquiera

un método de formalización o bien admiten cualquiera de ellos. A continuación explicamos las características de estos modelos de acuerdo a los trabajos de Eberts (1996) y Falgueras (2000).

5.1.1 Modelo cognitivo

Relacionado con el estudio de la persona, las teorías cognitivas (cuyas bases se encuentran en la psicología cognitiva), establecen cómo el ser humano percibe, guarda y recupera la información de su memoria a corto plazo, cómo manipula esta información para tomar decisiones y cómo da soluciones y resuelve problemas. Además, ven al usuario como un ser adaptativo, flexible e involucrado de manera activa en la interacción con el entorno en búsqueda de soluciones. Este modelo se basa en la existencia de tres puntos de vista:

(1) El *modelo conceptual*, o descripción del sistema desde el punto de vista del ingeniero que lo ha diseñado, por lo que se tratará de una descripción precisa y coherente.

(2) El *modelo mental* o imagen que el usuario se hace sobre cómo es y cómo funciona el sistema, y que será el que ayude y guíe al usuario en su toma de decisiones.

(3) La *interfaz*, que es el conjunto de estética, representaciones utilizadas, documentación, etcétera, que usa el diseñador para tratar de guiar al usuario hacia un modelo mental lo más cercano al conceptual y lo más práctico posible.

En general, desde el enfoque cognitivo, la interacción persona ordenador se concibe como la presentación de problemas a un usuario que tiene que resolverlos. Por esto muchas de las teorías que se aplican en psicología se aplican también aquí. Particularmente han resultado de gran influencia las teorías de Newell y Simon (1992), sobre la *resolución de problemas*, que se puede considerar como una serie interconectada de objetivos y sub-objetivos en jerarquía, lo que conduce a un modelo muy global del ser humano y relativamente sencillo de su comportamiento, y gracias a lo cual se han logrado derivar modelos formales como los de Bovair y Polson (1990), Kieras y Polson (1985), o Card y

otros (1983). Son modelos cognitivos porque aportan mecanismos que permiten analizar y describir el conocimiento que el usuario posee o debe poseer del sistema. Con estos estudios se pretende entender y prever el comportamiento humano en la interacción.

5.1.2 *Modelo predictivo*

Es un modelo eminentemente práctico, en el cual se da un enfoque básicamente ingenieril al proceso de diseño de la interfaz de usuario, generalmente mediante técnicas formales, y en el que se tratará de predecir la eficiencia de la interacción entre el humano y el ordenador. Es una medida de viabilidad antes del prototipo y por lo tanto, básicamente teórica basada en modelos abstractos. Además, varias de estas técnicas permiten en mayor o menor grado, tanto plantear formalmente la interfaz que se desea construir y describir su funcionamiento (función generativa), como analizarla y evaluarla con objeto de poder depurarla y mejorarla. El diseñador deberá por tanto, realizar tareas de modelado, considerar posibles diseños, modelar las tareas de estos diseños y elegir uno de ellos, el mejor diseño, basándose en predicciones cuantitativas y estimaciones precisas de tiempos para las tareas. Se basan en el análisis y por lo tanto tienen el *inconveniente* de requerir la interpretación de las tareas.

5.1.3 *Modelo empírico*

El diseño se basa en la propia experiencia del diseñador y en *la recolección de principios generales de interacción y recomendaciones*, propios del sistema de trabajo y en *estándares* oficiales (Abascal, J. y otros 2002). Los resultados tienen que verse respaldados posteriormente mediante test de usabilidad. En general, la *interacción persona-ordenador* depende de tantos factores no formalizados ni previsibles, que se necesitarían comprobaciones sobre situaciones reales, con interfaces de usuario concretas ya diseñadas (en prototipos) o aplicaciones finales. El diseñador deberá recoger y analizar los resultados de estudio de campo en los que se observan comportamientos y se toman medidas durante el uso de elementos particulares de la interacción persona-ordenador (Moher y

Schneider 1982 y Embley 1988). La principal *ventaja* de este modelo es que ofrece una alternativa a la intuición en la determinación del mejor diseño. De hecho, algunos experimentos de campo han invalidado teorías altamente intuitivas como la de la ventaja de las interfaces gráficas en determinadas áreas, donde se ha encontrado experimentalmente una mayor adecuación de las interfaces textuales.

En otros casos, la intuición se puede ver corroborada por el experimento. Sin embargo, presenta *aspectos negativos* importantes. La experimentación aislada no es adecuada en muchos casos, en otros se pueden diseñar experimentos sin una investigación previa pero si tomando como base las conductas de los usuarios, a veces los usuarios sometidos a evaluación no son los adecuados (como por ejemplo, al emplear sujetos inexpertos), lo que lleva sencillamente a hacer imposible la generalización de los resultados. En muchos casos, el modelo experimental viene a surgir de carencias de orientación teórica y no induce a crear ninguna línea nueva. La mayoría de los experimentos se planifican para resolver problemas particulares en momentos concretos del desarrollo.

5.1.4 Modelo antropomórfico

La idea básica en este modelo es tratar de alcanzar una comunicación fluida con la máquina siguiendo el proceso natural de comunicación *persona-persona* (familiar e intuitivo), intentando dotar a la interfaz con cualidades y gestos humanos reconocibles, como podrían ser el lenguaje natural, reconocimiento de imagen, texto, movimientos, etc.

Este modelo destaca la idea del *trato amigable con el usuario* y la *naturalidad* de la interfaz. Se dice que la interfaz es amigable si el sistema reacciona ante el usuario de forma *comprensiva*, evitando los mensajes crípticos, poniéndose en su lugar y ayudándole a trabajar cómodamente, creando un ambiente de concordia en el que los mutuos errores se acepten y corrijan de la manera más cómoda para ambos. *Natural* se refiere a que la persona y el ordenador actúen como

compañeros, a que se equilibre la creatividad y a que interactúen de manera grata, ejemplos de este modelo son los agentes animados de *Microsoft Agent*.

En general se utilizan tres técnicas en este modelo:

- En la primera la interacción real humano-humano se utiliza, después de una meticulosa observación, como modelo y medio de recogida de información vital para las decisiones en el diseño. Esta interacción se estudia o bien en un complejo, controlado y costoso laboratorio de observación, o bien en un menos controlado ambiente no ya de laboratorio, utilizando los datos posteriormente en el diseño de la interfaz del sistema en estudio.
- El segundo método es más intuitivo y menos costoso. En él se hace un estudio comparativo entre la interacción persona-ordenador y el humano-humano, en busca de aspectos desnaturalizados y difíciles para una persona, planteando entonces, para los procesos más críticos, métodos de comunicación mediante la voz, lenguaje natural, etc.
- El tercer método se basa en la propia *experiencia* de los investigadores o desarrolladores y en la aplicación de soluciones ya existentes en anteriores aplicaciones, lo que puede representar para el usuario el encuentro con nuevas formas de ver los procesos ya conocidos, simplificando incluso los de comunicación entre personas mediante un argot o jerga familiar al usuario del sistema.

El desarrollo de la interacción antropomórfica dependerá en gran medida de los avances tecnológicos y en la mejora de las técnicas de inteligencia artificial. Por otro lado, algunos usuarios, especialmente los más expertos, pueden rechazar sistemas que les resulten excesivamente amigables o dialogantes.

5.2 Modelos de interfaz de última generación

Porta (2002) discute que la última generación de interfaces gráficas de usuario se puede clasificar en tres posibles categorías aunque a veces se convierten en categorías superpuestas de acuerdo con el tipo de entradas y salidas que acepten o proporcionen.

5.2.1 Interfaces de usuario multimedia: proporcionan al usuario diferentes tipos de salidas (al menos dos). Están enfocados hacia el multimedia (como texto, gráfico, sonido, etc.). Hoy en día la mayoría de interfaces desarrolladas explotan el multimedia de alguna forma.

5.2.2 Interfaces de usuario multimodales: Esta categoría se puede considerar como un subconjunto de las interfaces de usuario multimedia. Para ser más estrictos, las de multimedia normalmente se concentran en el medio utilizado y las multimodales se concentran más en los canales de percepción (vista, oído, tacto, etc.) (Turk, Robertson, 2000).

Una definición de interfaz multimodal aparece en Montoro M., (2000): Estos sistemas tratan de implicar varias de las posibles modalidades de comunicación que utilizan las personas. Estas modalidades comprenden habla, reconocimiento de gestos, reconocimiento de la posición de la mirada, del movimiento de los labios, de la expresión facial, de la escritura, etc.

5.2.3 Interfaz perceptiva de usuario. La fusión las anteriores interfaces introduce el concepto de Perceptual User Interface (PUI: en español interfaz perceptiva de usuario), que busca adquirir unas interfaces más naturales e intuitivas que aprovechan conocimientos de la forma natural en que las personas interacciona entre ellas y con el mundo.

- Las PUIs pueden utilizar la vista y el lenguaje humano mediante el reconocimiento y generación movimiento de iris y de la voz. En la figura 45 se muestra un ejemplo de interfaz perceptiva de usuario.

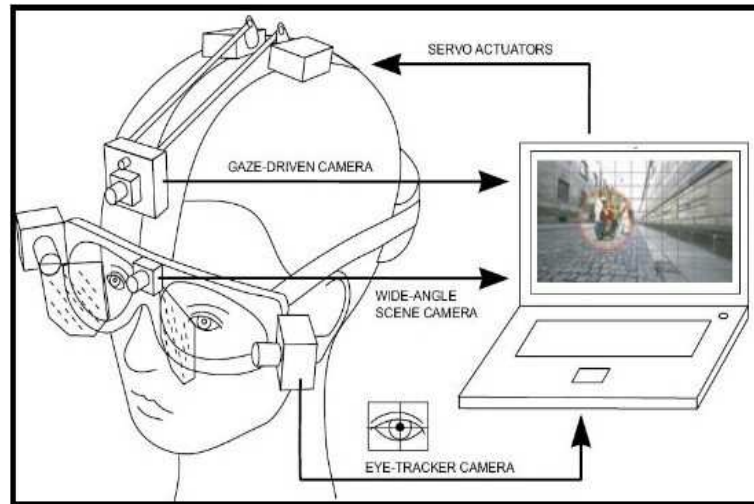


Fig. 45 Las técnicas de visión por ordenador e inteligencia artificial, animación gráfica y visualización, sensores de tacto y de retroalimentación con fuerza (hápticos), aprendizaje, modelado de usuario y gestión del diálogo son otras áreas propias de la interfaz perceptiva de usuario. Fuente (Turk and Robertson, 2000).

5.2.4 Interfaz de realidad aumentada (RA). Es una tecnología particular que permite agregar sensaciones, imágenes e información generada por computadora a la realidad normal percibida.

En visores especiales utilizados por los individuos (webcams, smartphones), imágenes, texto y objetos virtuales son producidos, otorgando información adicional al entorno real. Un hiper-entorno, tridimensional e interactivo es generado por computadora, con objetos reales y virtuales en el cual los individuos son inmersos donde:

- El usuario percibe el mundo como cualquiera, pero con información adicional: textos, 3D, imágenes estáticas o en movimiento, con los cuales también se puede interactuar a través de dispositivos simples y ya existentes en el mercado.

- Analistas como *Forrester Research*, así como las empresas pioneras del diseño y entretenimiento ven a los conceptos de RA como la próxima evolución de las plataformas digitales e interactivas. Figura 46 ilustración de RA.



Fig. 46 Interfaz de realidad aumentada. Fuente minlab-geak

5.2.5 Interfaz de Interacción Natural

Derivado del modelo antropomórfico las interfaces de Interacción Natural (IN) están conformadas por todas aquellas expresiones que puede realizar el ser humano, más todas aquellas cualidades físicas o corporales medibles hasta el presente, es decir, todos aquellos componentes propios de un ser humano. como sucede -por ejemplo- con el sistema Sixth Sense desarrollado por Pranav Mistry en el MIT, la consola de videojuegos Wii y otros sistemas como por ejemplo el Kinetic de la Xbox 360 de Microsoft.

- Existe un área de investigación en la Interacción persona-ordenador enfocada en construir una interfaz que posibilite la participación de usuarios no entrenados tecnológicamente. Para estos usuarios potenciales, las técnicas de interacción de las que se haga uso no deben presuponer

ningún conocimiento previo ni habilidad específica del usuario y ninguna habilidad tecnológica. La única habilidad interactiva del usuario es la que le permite interaccionar con otros humanos y es el tipo de interacción que se espera que desarrolle la en la *interacción natural*, (IN) que aglutina diversas disciplinas (ingeniería del conocimiento, lingüística, psicología, etc.) como ejemplo en la figura 47 se muestra un esquema del funcionamiento de una interfaz típica de IN:

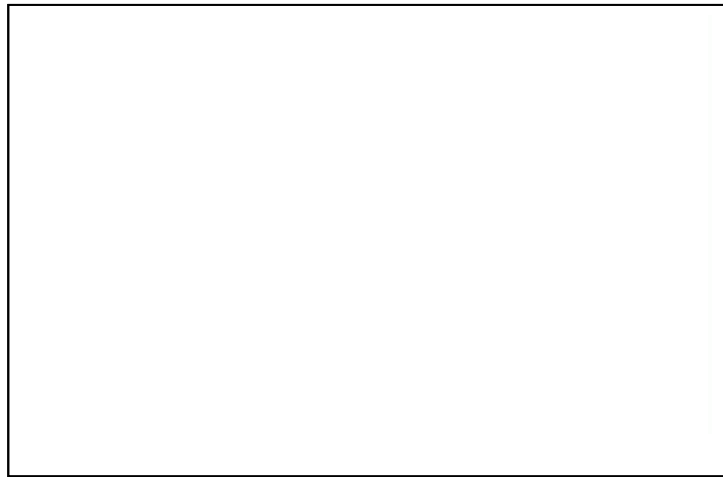


Fig. 47 Ejemplo de interfaz de interacción natural. Se define a las "interfaces naturales" como el medio por el cual los usuarios dan órdenes a sus aparatos mediante gestos, palabras o movimientos corporales. Fuente minlab-geak

Las interfaces de interacción natural, incluyen un subsistema de interacción con las siguientes características:

- Autonomía de operación de sus componentes, soportada por una arquitectura multiagente
- Componentes de Interfaz: entrada directa de estructuras semánticas, sustituibles por módulos de procesamiento de voz y de lenguaje natural
- Componente de diálogo: con procesamiento intencional y de acción combinada (Clark, 1996). La integración de los interfaces con la interacción se hará con actos comunicativos (Austin, 1962). Incluirá la implementación de varios modelos de conocimiento: diálogo, tareas, y sesión (Calle, García-Serrano, Martínez, 2006)
- Componente de situación: hará hincapié en la gestión de la circunstancia a través del aspecto material (espacio-temporal). Estará soportado por la tecnología de

Espacio-Temporales (Bertino, Cuadra & Martínez, 2005), y aportará la información necesaria para el guiado de usuarios

5.2.6 Interfaz con agentes pedagógicos animados con características humanas

- Los sistemas de interacción con agentes inteligentes, derivados del enfoque antropomórfico y los modelos de interacción natural poseen diferentes características que son de gran utilidad como medios instruccionales, alguna de las cuales son (Johnson et al., 2000):
 - Estos sistemas permiten actuar y dialogar con los agentes, de manera que en el momento de realizarse acciones, éstas pueden ser vistas desde diferentes ángulos.
 - Los estudiantes pueden realizar preguntas en cualquier momento
 - El agente está en todo momento *observando* el actuar del estudiante
 - El agente puede reconstruir y redefinir su actuación en cada momento a partir del actuar del estudiante.
 - El agente puede adaptar su actuación a situaciones inesperadas.
 - El estudiante puede tomar el control en cualquier momento.
 - En caso de errores el agente ayuda a que el estudiante aprenda de ellos
 - Existen otras variadas ventajas de estos agentes tales como el manejo de emociones, apoyo efectivo del trabajo colaborativo, interacciones pedagógicas adaptables, etc. (Laureano-Cruces, Mora-Torres, Ramírez-Rodríguez, Gamboa-Rodríguez, 2009), (Velasco-Santos, Laureano-Cruces, Mora-Torres, Herrera-Bautista, 2010). (Ryokai et al., 2002a; Ryokai et al., 2002b)

5.2.7 interacción hablada con un agente de interfaz

Este tipo de interfaz permite la interacción hablada con un agente informático, para ello incorporan reconocimiento del habla, comprensión del lenguaje natural,

gestión de conversación y apariencia de personaje animado para simular mejor una interacción persona-persona (Cassel, 1999). Algunas de las motivaciones que han conducido al desarrollo de estas interfaces son:

- Los agentes animados con interfaces conversacionales proporcionan un paradigma intuitivo de interacción ya que el usuario no necesita adquirir nuevos conocimientos
- Estas interfaces presentan redundancia y complementariedad en los modos de entrada. Lo que aumenta la fiabilidad de la comunicación entre sistema y usuario
- Los usuarios encuentran estos sistemas más amigables y cooperativos. Los agentes autónomos pueden utilizar esa ventaja para entablar una conversación con los usuarios de forma más natural

Cuando se diseñan interfaces con personajes, la motivación última es conseguir trabajar con computadoras sin teclados, las cuales acepten entradas naturales no entrenadas y respondan en consecuencia, se necesitan personajes bien implementados para poder interactuar con ellos usando las múltiples facetas de la conversación natural. Una conversación cara a cara se caracteriza principalmente por el empleo del lenguaje, pero se emplean, otras técnicas o habilidades:

- Los interlocutores emplean gestos con las manos para enfatizar o representar ideas, se dirigen miradas expresivas
- Utilizan variaciones en el tono o melodía de las palabras o frases articuladas.

En la figura 48 se puede apreciar un ejemplo de expresiones de un agente:



Fig. 48 El paradigma de la interacción humana es el diálogo. Es por ello que cuando los diseñadores quieren construir interfaces hombre-máquina recurren a la metáfora de la conversación cara a cara con un agente animado como ideal de esta interacción. Creación del autor.

Según Cassel, (2000), Nickerson en 1976, fue de los primeros que argumentó acerca de la utilidad de la aplicación de esta metáfora a la interacción hombre-máquina. Expuso una lista de las características que debería poseer una interfaz. Esas características entre otras son:

- Poseer elementos de comunicación no verbal
- Ser capaz de tomar la iniciativa, dar sensación de presencia e
Incluir reglas de transferencia del control

Bajo estas premisas el diseño de la interfaz se puede lograr interfaces capaces de sostener una conversación. Estas interfaces transmiten emociones y se comportan en función de la demanda del diálogo, de su propia personalidad y de convencionalismos sociales. Las conductas que deben mostrar los agentes para conseguir desarrollar una conversación que resulte natural son muy extensas, pero se han de vertebrar alrededor de las siguientes pautas:

- Emoción: El personaje puede exhibir expresiones faciales que denoten emoción y gestos expresivos, por ejemplo, para aconsejar, animar o enfatizar algo al usuario (Laureano-Cruces, Mora-Torres, Ramírez-Rodríguez, Gamboa-Rodríguez, 2009)
- Personalidad: La personalidad de un agente ha de ser elegida teniendo en cuenta sus tareas específicas en un contexto dado, pues la personalidad presenta al personaje con sus propias parcelas de conocimiento y perfiles de interés (Velasco-Santos, Laureano-Cruces, Mora-Torres, Herrera-Bautista, 2010)
- Se deben considerar los objetivos de la conversación: La razón por la que el hablante está comunicando una cosa (es decir, el objetivo que tiene en mente el hablante) y la forma de esta comunicación están muy relacionadas. Las contribuciones a una conversación pueden ser de propuesta y de interacción (Montoro M. 2000)

A partir de este análisis se pueden inferir ciertos modelos que tienen una aplicación directa en los agentes. Es importante tener en cuenta lo que un personaje quiere expresar, se puede acompañar su discurso con cierta expresión facial o gesto corporal

5.3 Análisis de los requerimientos para el desarrollo de interfaz con base en los modelos de estudio cognitivo, predictivo, empírico y antropomórfico

A continuación presentamos las tablas de los requerimientos de la interfaz para el aprendizaje colaborativo, en intersección con el enfoque de análisis para la interfaz de usuario y el modelo instruccional propuesto en esta tesis.

5.3.1 Análisis de requerimientos para diseño de la interfaz de aprendizaje colaborativo bajo el enfoque cognitivo

En este modelo es posible presentar al usuario información familiar que reconozca fácilmente a través del diseño de la interfaz. En la figura 49 definimos con base al enfoque cognitivo la tabla de intersección de requerimientos.

Tabla de intersección entre requerimientos metodológicos con base en el enfoque cognitivo (1) y la metodología para diseñar un sistema colaborativo (2)

1 2	Desarrollo de modelo Conceptual	Desarrollo de modelo mental	abstracción en el diseño de la Interfaz
¿Permite el análisis del grupo?	sí	sí	no
¿Permite el análisis global del sistema?	sí	sí	no
¿Análisis del usuario?	sí	sí	no
¿Organización y tipos de usuario (cargos, etc.)?	sí	sí	sí
¿Diseño conceptual para cada usuario?	sí	sí	sí
¿Especificación de componentes?	sí	sí	sí

Fig. 49 Tabla de intersección entre requerimientos metodológicos para el diseño de interfaz para el aprendizaje colaborativo y el enfoque de análisis cognitivo para el desarrollo de interfaz de usuario. Creación propia.

El modelo cognitivo aporta mecanismos que permiten analizar y describir el conocimiento que el usuario posee o debe poseer del sistema. Con estos estudios es posible entender y prever el comportamiento humano en la interacción.

5.3.2 *Análisis de requerimientos para diseño de la interfaz de aprendizaje colaborativo con base en el enfoque predictivo*

Este enfoque permite plantear formalmente la viabilidad de la interfaz que se desea construir y describir su funcionamiento (función generativa), como analizarla y evaluarla con objeto de poder depurarla y mejorarla. En la figura 50 se muestra la tabla correspondiente.

Tabla de intersección entre requerimientos metodológicos con el enfoque predictivo (1) y la metodología para diseñar un sistema colaborativo (2)

1 \ 2	Viabilidad	Función generativa	Modelado
Análisis del grupo	sí	sí	no
Análisis global del sistema	sí	sí	no
Análisis del usuario	sí	sí	no
Organización y tipos de usuario (cargos, etc.)	sí	sí	sí
Diseño conceptual para cada usuario	sí	sí	sí
Especificación de componentes	no	sí	sí

Fig. 50 Tabla de intersección entre requerimientos metodológicos para el diseño de interfaz para el aprendizaje colaborativo y el enfoque de análisis predictivo para el desarrollo de interfaz de usuario. Creación propia.

5.3.3 *Matriz de análisis de requerimientos para diseño de la interfaz de aprendizaje colaborativo con base en el enfoque empírico*

Este enfoque propone los principios generales de interacción visual en un interfaz esencialmente gráfica. Sus métricas son: nivel de concreción: alto; nivel de interactividad: baja. En la figura 51 se muestra la tabla correspondiente.

Tabla de intersección entre requerimientos con base en el enfoque empírico (1) y la metodología para diseñar un sistema colaborativo (2)

2 \ 1	Principios generales de interacción				
	Accesibilidad Y Usabilidad	Legibilidad	Comprensión	Estructura y organización de la información	Navegación
Análisis del grupo	x	x	x	x	x
Análisis global del sistema	x	x	x	x	x
Análisis del usuario	x	x	x	x	x
Organización y tipos de usuario (cargos, etc.)	x	x	x	x	x
Diseño conceptual para cada usuario	x	x	x	x	x
Especificación de componentes	x	x	x	x	x

Fig. 51 Matriz de intersección necesaria entre requerimientos metodológicos para el diseño de interfaz para el aprendizaje colaborativo y el enfoque de análisis empírico para el desarrollo de interfaz de usuario. Creación propia

La principal *ventaja* de este modelo es que ofrece una alternativa a la intuición en la determinación del mejor diseño. Algunos experimentos de campo han invalidado teorías altamente intuitivas como la de la ventaja de las interfaces gráficas en determinadas áreas, donde se ha encontrado experimentalmente una mayor adecuación de las interfaces textuales. Sin embargo, presenta *aspectos negativos* importantes. La experimentación aislada no es adecuada en muchos casos, se pueden diseñar experimentos sin una investigación previa en las bases conductuales de los usuarios, a veces los usuarios sometidos a evaluación no son los adecuados (como por ejemplo, al emplear sujetos inexpertos), lo que lleva sencillamente a hacer imposible la generalización de los resultados.

5.3.4 Matriz de análisis de requerimientos para diseño de la interfaz de aprendizaje colaborativo con base en el enfoque antropomórfico.

Con base en este enfoque se considera como óptimo el proceso de comunicación persona-persona. Y se agrega un alto nivel de interactividad en la interfaz. En la figura 52 se muestra la tabla correspondiente.

Tabla de intersección entre requerimientos metodológicos con base en el enfoque antropomórfico (1) y la metodología para diseñar un sistema colaborativo (2)

1 2	interacción real humano-humano	Estudio Comparativo Con otras interfaces similares	Aplicación de soluciones ya existentes en anteriores aplicaciones
Análisis del grupo	sí	sí	sí
Análisis global del sistema	sí	sí	sí
Análisis del usuario	sí	sí	sí
Organización y tipos de usuario (cargos, etc.)	sí	sí	sí
Diseño conceptual para cada usuario	sí	sí	sí
Especificación de componentes	sí	sí	sí

Fig. 52 Tabla de intersección entre requerimientos metodológicos para el diseño de interfaz para el aprendizaje colaborativo y el enfoque de análisis antropomórfico para el desarrollo de interfaz de usuario. Creación propia

5.3.5 Tabla de análisis de selección de la interfaz con base al modelo de estudio de interfaz de última generación

En anteriores párrafos mencionamos que las Interfaces de última generación incluyen entre otras: interfaz de usuario multimedia; *Interfaz de usuario multimodales*; *Interfaz perceptiva de usuario*; *Interfaz de realidad aumentada*; *Interfaz de interacción natural*. Para este fin en la figura 53 mostramos dicho análisis con base en Montoro M. (2000).

Análisis de intersección con base al modelo de estudio de interfaz de última generación (1) y los requerimientos generales de usabilidad y operación (2)

1 \ 2	Interfaz multimedia de usuario	Interfaz multimodal de usuario	Interfaz perceptiva de usuario	Interfaz de realidad aumentada	Interfaz de interacción natural
Tiempo de aprendizaje	largo	mediano	corto	mediano	Muy corto
Velocidad de rendimiento	baja	mediana	alta	alta	Muy alta
Ratio de errores	alto	mediano	bajo	mediano	bajo
Retención cognitiva a lo largo del tiempo	bajo	mediano	alto	mediano	alta
Satisfacción subjetiva	regular	buena	buena	alta	Muy alta

Fig. 53 Análisis con base en modelos de interfaz de última generación. Creación propia

5.3.6 Intersección general de la metodología para el diseño de sistemas computacionales para el trabajo en grupo con las metodologías para el desarrollo de interfaz IPO-unimodal y multimodales

El desarrollo de interfaz de trabajo en grupo y los diferentes modelos de análisis para la interacción persona ordenador IPO, se muestran en la siguiente tabla donde se ha especificado la conveniencia óptima o no óptima de su aplicación al diseño de la interfaz. De acuerdo al enfoque anterior en la figura 54 se tiene la siguiente tabla:

	Metodología para el desarrollo de interfaz para trabajo en grupo					
IPO Modelos de interacción unimodal	Análisis del grupo	Análisis global del sistema	Análisis del usuario	Organización Tipos de usuario	Diseño conceptual para cada usuario	Especificación de componentes
Modelo cognitivo	No óptimo	No óptimo	No óptimo	No óptimo	No óptimo	No óptimo
Modelo predictivo	No óptimo	No óptimo	No óptimo	No óptimo	No óptimo	No óptimo
Modelo empírico	No óptimo	No óptimo	No óptimo	No óptimo	No óptimo	No óptimo
Modelo antropomórfico	medianamente óptimo	medianamente óptimo	medianamente óptimo	medianamente óptimo	medianamente óptimo	medianamente óptimo
Modelos de interacción multimodal						
Modelo perceptivo de usuario	óptimo	óptimo	óptimo	óptimo	óptimo	óptimo
Modelo de interacción natural	medianamente óptimo	medianamente óptimo	medianamente óptimo	medianamente óptimo	medianamente óptimo	medianamente óptimo
Modelo de interacción con agentes animados	óptimo	óptimo	óptimo	óptimo	óptimo	óptimo

Fig. 54 Conveniencia de la aplicación de los modelos de estudio al diseño de la interfaz del agente tutor inteligente colaborativo con el modelo instruccional. Creación propia.

5.3.6.1 Requerimientos generales para el diseño de la interfaz para la interacción de nuestro sistema:

- El primero consiste en conseguir la comunicación entre el sistema y los usuarios. Las principales características que debe presentar la interfaz son: facilidad de aprendizaje y facilidad de uso, por ello resulta útil beneficiar al mayor número de usuarios, señalando de forma muy especial *la capacidad de adaptación* a las características que éstos puedan presentar.

- El segundo consiste en implementar diferentes modos de liberar a las personas del uso de una interfaz rígida y unimodal, eliminando las barreras de comunicación presentes en la mayoría de los sistemas actuales. El principal objetivo de una interfaz multimodal es llegar a una interacción natural entre persona y máquina, esto es, una interacción que se asemeje en la medida de lo posible a la interacción persona-persona
- El enfoque antropomórfico se destaca como el óptimo para la construcción de la interfaz del sistema computacional para el trabajo en grupo asistido por un agente basado en el modelo instruccional que estamos planteando ya que persigue mejorar la interacción o comunicación persona-ordenador e intenta imitar el proceso natural de comunicación persona-persona

Conclusiones del capítulo V

Se concluye que los enfoques más utilizados en el proceso de análisis y diseño de interfaz tradicionalmente han sido el predictivo y el cognitivo. El primero, más ingenieril, pero basado en los estudios de los otros enfoques, ofrece técnicas, generalmente formales¹⁷, que permiten en mayor o menor grado, tanto modelar la interfaz como realizar su evaluación, al ofrecer la posibilidad de realizar predicciones cuantitativas (y en algunos casos, también cualitativas).

El modelo cognitivo se centra más en aspectos de tipo percepción, almacenamiento y procesamiento de la información, y en el cómo se dan soluciones y se resuelven problemas. Tiene sus bases en la psicología cognitiva. Sugiere la realización de metáforas y analogías, manipulación directa de imágenes, captación de la atención del usuario, etc. Sustenta conceptualmente a los modelos predictivos.

El enfoque antropomórfico es el adecuado para la construcción de la interfaz del modelo instruccional que estamos planteando ya que persigue mejorar la interacción o comunicación persona-ordenador e intenta imitar el proceso natural de comunicación persona-persona. Destaca conceptos como “naturalidad” y “amigabilidad con el usuario. Depende en gran medida de los avances tecnológicos y de las técnicas de inteligencia artificial, utilizadas para crear el modelo cognitivo que simule el comportamiento humano. De esta forma al conjuntar el modelo cognitivo con la interfaz se logra un agente que piensa y actúa racionalmente. Por último, el enfoque empírico, más que ofrecer técnicas generativas, constituye una alternativa a la intuición en la determinación del mejor diseño, centrándose en comprobaciones sobre situaciones reales, con interfaces de usuario ya diseñadas. Al abordar el estudio de un sistema interactivo se deben considerar todos estos enfoques.

¹⁷ Sin embargo, a pesar del hecho de que algunas categorías de estudio dependan muy estrechamente de un modelo formal, también existen otras que sin embargo, no siguen siquiera un método de formalización o bien admiten cualquiera de ellos.

Aún no se pueden construir agentes animados con técnicas conversacionales perfectas. Los modelos de emoción, de personalidad, de conversación son todavía rudimentarios. Y el número de conductas conversacionales que pueden ser realizadas en tiempo real usando cuerpos animados es todavía extremadamente limitado. Pero a la vez que se empieza a comprender las habilidades que subyacen en la conversación humana, y se aprecian las conductas que la conforman, se aproxima el día en el que una conversación *cara a cara* con un agente pueda llegar a ser posible.

La creación de un agente animado engloba la investigación lingüística, tecnología del habla, ilustración gráfica, etc. Al tratarse de un campo que abarca numerosas disciplinas, el desarrollo de estos sistemas presenta abundantes problemas en la creación de cada componente y en la integración de los mismos.

Existe un creciente aumento de formación, tradicional, a distancia, educación continua, entre otros, la cual permite ver a estos sistemas basados en agentes inteligentes como sistemas de apoyo a dichos procesos formativos, permitiendo desarrollar mejores seguimientos, retroalimentación, interacción con cada usuario, manejo de una visión del grupo y de cada estudiante, manejo de grupos, incentivos, adaptación a las necesidades, etc.

Existen diferentes experiencias de investigación de agentes inteligentes, que están siendo apoyo en la relación entre los usuarios humanos y los sistemas computacionales.

Las interfaces de software hasta la fecha han dejado al margen la componente social de la comunicación. Pero ahora se está demostrando que las personas reaccionan con naturalidad ante estímulos sociales presentados en contextos interactivos sustentados en modelos cognitivos relacionados con modelos de de agentes inteligentes. Esta respuesta automática se refuerza ante un personaje

animado con ojos y boca. La consciencia del usuario de estar tratando con un personaje artificial no rebaja sus expectativas de percibir en el personaje una conducta socialmente apropiada. Por lo que este aspecto debe ser aprovechado y cuidado al máximo.

En el siguiente capítulo se describe y fundamenta el ambiente donde se desarrolla el agente pedagógico el cual está en sintonía con un modelo instruccional colaborativo que es implementado en una arquitectura donde el agente pedagógico y el STI funcionan de forma conjunta para darle cara al usuario durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

CAPÍTULO VI

CAPÍTULO VI

Diseño de componentes de la interfaz para un sistema colaborativo de aprendizaje apoyado por un agente tutor

Introducción

Este capítulo tiene como objetivo proponer el diseño de la interfaz y en consecuencia de los componentes de la misma. *La cual está representada por un agente pedagógico animado.* Para lograrlo el diseño se basó en los requerimientos obtenidos para el marco conceptual de los diversos modelos sustentados en la información descrita en los capítulos:

- En el II se describe el modelo de agente pedagógico para soportar un proceso de enseñanza-aprendizaje colaborativo
- Luego en el III se realizó el análisis del modelo instruccional desarrollado, y se describió el proceso de enseñanza-aprendizaje colaborativo y su relación con el STI
- En el IV se describen los algunos de los modelos para el desarrollo de los componentes de un sistema de interacción colaborativo
- Finalmente en el capítulo V se estudian los distintos enfoques para el desarrollo de la interfaz

Todo lo anterior forma la base del análisis teórico metodológico del que se derivaran los requerimientos básicos sobre los que se fundamenta el diseño del agente pedagógico con el propósito de desarrollar un STI que soporta el proceso de enseñanza-aprendizaje para un grupo. En la figura 55 se muestra una tabla condensada de estos requerimientos.

Tabla condensada requerimientos para la interfaz

Modelo analizado	Requerimientos generales	Requerimientos específicos
Modelos de STI de propósito general	Herramientas de sistemas inteligentes	Arquitectura integrada de: Módulo experto o modulo de dominio Módulo tutor colaborativo Módulo del estudiante Modulo del tutor humano
Modelos instruccionales colaborativo	Herramientas para la educación	Diseño instruccional ecléctico para la: enseñanza, aprendizaje y la evaluación del aprendizaje en grupo, basado en un análisis cognitivo de tareas
Modelos computacionales para el trabajo en grupo	Herramientas tecnológicas para sustentar el aprendizaje en colaboración	Sistema computacional para el trabajo en grupo, basado en: Análisis del grupo Análisis global del sistema de cooperación y comunicación Análisis del la conducta del usuario en el entorno instruccional
Modelo de interfaz para la interacción grupal	Sistemas de interfaz más amigables y cooperativos.	Componentes interfaz para la interacción basada en lenguaje natural con agentes animados de características humanas. Los agentes autónomos pueden utilizar esa ventaja para entablar una conversación con los usuarios de forma más natural.

Fig. 55 tabla general de requerimientos para el diseño de un sistema computacional para la el aprendizaje colaborativo asistido por un agente inteligente. Creación propia

6.1 Descripción de requerimientos de cada grupo

6.1.1 Necesidad de herramientas de sistemas inteligentes. Esta parte de los requerimientos corresponde al nivel de abstracción y corazón funcional del sistema.

- *Un módulo del dominio: que define el dominio del conocimiento,(que enseñar)*
- *Un módulo del estudiante: que es capaz de definir el conocimiento del estudiante en cada punto durante la sesión de trabajo, (diagnostico y evaluación). Con posibilidades de efectuar los diagnósticos sobre el rendimiento de los estudiantes y proveerles de herramientas para mejorar su producción.*
- *Un módulo del tutor: que genera las interacciones de aprendizaje basadas en las discrepancias entre el especialista y el estudiante con la posibilidad de asesorar al*

estudiante acerca de cómo debería aprender un contenido determinado y cuáles son las habilidades esperadas.

- *Requerimiento del modulo tutor colaborativo del agente está relacionado con el nivel de enseñanza-aprendizaje su modelamiento hace énfasis en el método de aprendizaje colaborativo y actúa como un compañero y guía de aprendizaje. Con posibilidades de tutorizar al estudiante a fin de que pueda cumplir los objetivos del tema en tiempo y forma; Asistir al mismo en los procesos de trabajo colaborativo con el tutor y con los pares el cual puede actuar como guía y como un compañero de aprendizaje.*
- *Modulo de interfaz. Una interfaz con el usuario: que permite la interacción del estudiante con un STI de una manera eficiente (p.e. conocimiento sobre cómo presentar los contenidos de acuerdo a su estilo de aprendizaje).*

6.1.2 Requerimientos de un diseño instruccional integrado al comportamiento del agente tutor colaborativo

El sistema requiere también herramientas para la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación en grupo, relacionadas con la estructura del agente tutor, como se muestra en la figura 56.

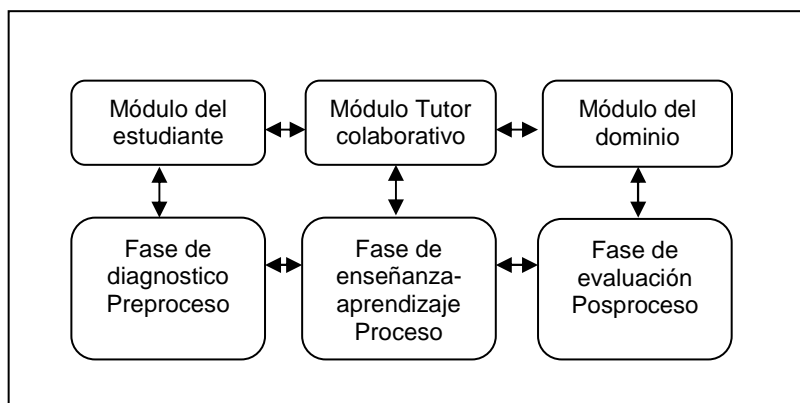


Fig. 56 Diagrama Integración de los requerimientos de diseño instruccional con los requerimientos de un STI. Creación propia

Fase de preproceso. Es un requerimiento de comportamiento instruccional del agente tutor para determinar las necesidades preinstruccionales e instruccionales y de acuerdo con Acuña (2008) corresponde a los pasos 1, 2 y 3 del modelo instruccional colaborativo de Johnson y Johnson (1995) el cual consiste en:

- *Determinar los objetivos de aprendizaje grupal*
- *Determinar los objetivos de aprendizaje individual*
- *Definir las conductas deseadas*
- *Diseñar los contenidos*
- *Diseñar los roles*
- *Definir las reglas del juego o actividad*
- *Definir los criterios de éxito*

Fase de proceso

Corresponde al paso 4 del modelo instruccional de aprendizaje colaborativo y su implementación adecuada puede ser monitorizada por el agente tutor mediante la vigilancia del cumplimiento de las siguientes condiciones:

- *Promoción del uso de estrategias (interdependencia positiva de la meta, motivación entre pares, ayuda para aprender)*
- *Fomento de la cooperación intragrupal*
- *Definición por cada miembro del grupo de los objetivos parciales que contribuyen a la solución grupal*
- *Efectuar el monitoreo de la actividad grupal*
- *Proveer ayuda (del facilitador y de los pares)*
- *Promover que cada miembro del grupo reconozca sus destrezas y se complementa con las de los demás*
- *Intervenir en caso de problemas*

Fase de posproceso

Corresponde al paso 5 del modelo instruccional de aprendizaje colaborativo y es una fase donde el agente tutor colaborativo tiene la capacidad para realizar la evaluación y revisión de los objetivos del grupo alcanzados por medio del siguiente requerimiento de comportamiento instruccional:

- *Monitorizar y vigilar el cumplimiento y logro de los objetivos de aprendizaje obteniendo evidencias concretas de lo que el alumno sabe y es capaz de hacer*

- *Revisar criterios de éxito*
- *Clausurar la actividad*
- *Evaluar la calidad del aprendizaje*

6.1.3 Requerimientos de sistema o ambiente computacional para el aprendizaje colaborativo

En la figura 57 se presentan los requerimientos para el desarrollo de un sistema computacional que posibilita desarrollar el entorno donde interactúan el agente tutor colaborativo, el agente tutor humano, y los estudiantes:

Análisis del grupo	Análisis global del sistema de cooperación y comunicación	Análisis del la conducta del usuario en el entorno instruccional	Organización y tipos de usuarios	Diseño para cada usuario	Especificación de componentes
Grupo de aprendizaje colaborativo	Tipo de requerimiento de comunicación: síncrona y asíncrona	Tutor Desarrolla Objetivos de Enseñanza Aprendizaje y evaluación	Tutor humano	Usuario grupal Componente de tareas comunes (Objetivos de grupo)	Representación visual de texto e imágenes Multimedia
Realiza actividades de enseñanza aprendizaje evaluación	Tutor-agente Tutor-estudiantes Tutor-estudiante	Agente Apoya el desarrollo de objetivos de aprendizaje y evaluación	Agente tutor	Usuario individual Componente de tareas individuales (Objetivos Parciales)	Base de datos compartida
Desarrolla objetivos de aprendizaje grupales e individuales	Agente-tutor Agente-estudiantes Agente-estudiante	Estudiante Desarrolla objetivos de aprendizaje y es objeto de evaluaciones	Estudiante	Usuario social Componente De interacción social Comunicación informal Individual y grupal	Representación visual de texto e imágenes
Intercambio de información	Estudiante-estudiantes		Configurador del sistema		Componente acorde con el dominio de conocimiento

Fig. 57 Condensado de requerimientos de sistema computacional para la el aprendizaje colaborativo. Creación propia

6.1.4 Requerimientos de modelo de interfaz para el desarrollo de la interfaz de un sistema computacional para el aprendizaje colaborativo asistido por un agente tutor

Los sistemas de interfaz para la interacción con agentes inteligentes, derivados del enfoque antropomórfico y los modelos de interacción natural poseen diferentes características (Johnson et al., 2000) y son al mismo tiempo requerimientos que son de gran utilidad para diseñar una interfaz de esta naturaleza, algunas características son:

- Estos sistemas permiten actuar y dialogar con los agentes, de manera que en el momento de realizarse acciones, estas pueden ser vistas de diferentes ángulos.
- Los estudiantes pueden realizar preguntas en cualquier momento
- El agente esta en todo momento “observando” el actuar del estudiante
- El agente puede reconstruir y redefinir su actuar en cada momento a partir del actuar del estudiante
- El agente puede adaptar su actuar a situaciones inesperadas.
- El estudiante puede tomar el control en cualquier momento.
- En caso de errores el agente ayuda a que el estudiante aprenda de ellos.
- Existen otras variadas ventajas de estos agentes tales como el manejo de emociones, apoyo efectivo del trabajo colaborativo, interacciones pedagógicas adaptables, etc. (Ryokai, 2002).
- Los agentes animados con interfaces conversacionales proporcionan un paradigma intuitivo de interacción ya que el usuario no necesita adquirir nuevos conocimientos.
- Estas interfaces presentan redundancia y complementariedad en los modos de entrada, por lo que aumenta la fiabilidad de la comunicación entre sistema y usuario.

- Los usuarios encuentran estos sistemas más amigables y cooperativos. Los agentes autónomos pueden utilizar esa ventaja para entablar una conversación con los usuarios de forma más natural.
- Poseen elementos de comunicación no verbal.
- Son capaces de tomar la iniciativa, dar sensación de presencia

Las conductas que deben mostrar los agentes para conseguir desarrollar una conversación que resulte natural son muy extensas, pero se han de vertebrar alrededor de las siguientes pautas:

- Emoción: El personaje puede exhibir expresiones faciales que denoten emoción y gestos expresivos, por ejemplo, para aconsejar, animar o enfatizar algo al usuario.
- Personalidad: La personalidad de un Agente ha de ser elegida teniendo en cuenta sus tareas específicas en un contexto dado, pues la personalidad presenta al personaje con sus propias parcelas de conocimiento y perfiles de interés.
- Se deben considerar los objetivos de la conversación: La razón por la que el hablante está comunicando una cosa (es decir, el objetivo que tiene en mente el hablante) y la forma de esta comunicación están muy relacionadas. Las contribuciones a una conversación pueden ser de propuesta y de interacción (Montoro Manrique, 2000).

A partir de este análisis se pueden inferir que ciertos modelos son de aplicabilidad directa en los agentes. Así, teniendo en cuenta lo que un personaje quiere expresar, se puede acompañar su discurso con cierta expresión facial o gesto corporal.

6.2 Diseño de componentes de comunicación la interfaz

Para cumplir con los requerimientos de comunicación es necesario visualizar los siguientes análisis de relaciones entre el tutor, el agente tutor y los estudiantes como se presenta en los siguientes mapas cognitivos en las figuras: 58, 60, 62 y 64, así como se muestran cuadros descriptivos en las figuras; 59, 61, 63 y 65.

Mapa de comunicación del agente tutor con los estudiantes correspondiente a la condición 1 del modelo de Johnson y Johnson

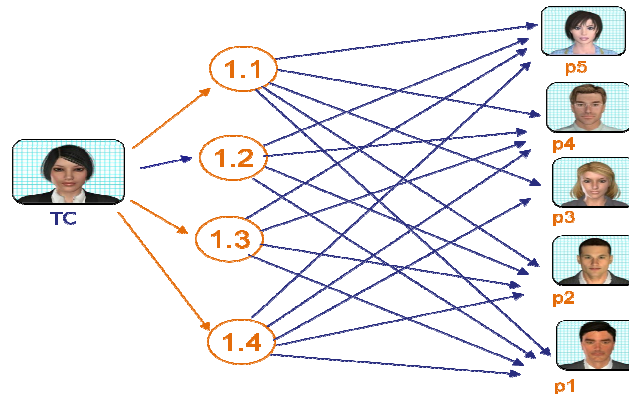


Fig.58 Mapa de relaciones de comunicación del agente tutor con los estudiantes, correspondiente a la condición 1 del modelo de Johnson y Johnson: establecimiento de objetivos de grupo. Creación propia.

Descripción del mapa de comunicación del agente tutor con los estudiantes correspondiente a la condición 1 del modelo de Johnson y Johnson

Pasos de desarrollo	Contenido de los pasos	Tipo de comunicación
1. Objetivos de grupo	El tutor define los objetivos de grupo (Estratégico Conceptual y Procedimental)	Directa
1.1 comunica simultáneamente todos los participantes del grupo los objetivos y obtiene información del mensaje recibido	Estratégico	Se muestran a todos gráficamente los objetivos
1.2 Comunica simultáneamente a todos la responsabilidad cada miembro del grupo	Conceptual	Se muestran a todos gráficamente las responsabilidades
1.3 Comunica simultáneamente a todos los roles de cada miembro del grupo y obtiene información del mensaje recibido	Procedimental	Se muestran a todos gráficamente los roles a desempeñar
1.4 Evalúa simultáneamente la comprensión de los objetivos responsabilidad y roles	Cognitivo obtiene evidencias del conocimiento grupal	Se muestran a todos gráficamente los resultados

Fig. 59 cuadro de explicación de necesidades de comunicación que realiza el agente colaborativo. Bajo la condición 1 del aprendizaje colaborativo. Creación propia

Mapa de comunicaciones de la condición 2 parte 1

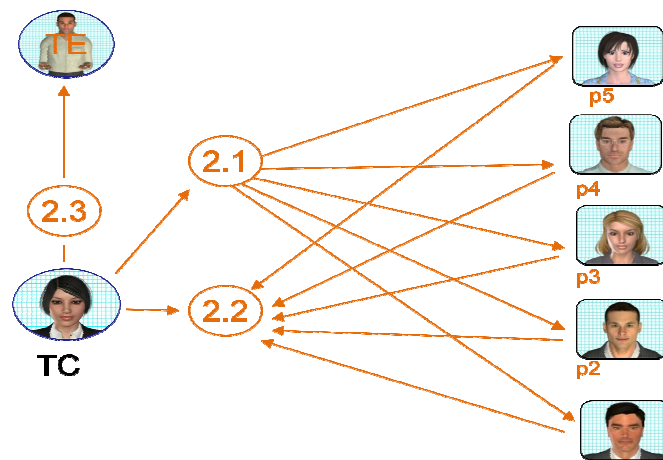


Fig. 60 Mapa de comunicaciones de la condición 2 del aprendizaje colaborativo, Comunicación interpersonal cara a cara con los estudiantes y el agente.

Descripción de la condición 2

Subpasos de desarrollo	Contenido de los pasos	Tipo de representación
2.1 Comunicación del tutor colaborativo a los participantes	1. Comunica a todos los participantes de los objetivos grupales 2. Objetivos parciales 3. Roles de funcionamiento	Se muestran evidencias textuales de la comprensión de los mensajes
2.2 Comunicación de los participantes al tutor colaborativo	Informan al tutor colaborativo del los mensajes recibidos	
2.3 Comunicación del tutor colaborativo al tutor experto	Informa al tutor experto los resultados de los test aplicados	

Fig. 61 Tabla Especificación de necesidades de comunicación que realiza el agente colaborativo Bajo la condición 2 (parte 1)

Mapa de comunicaciones 2 parte 2

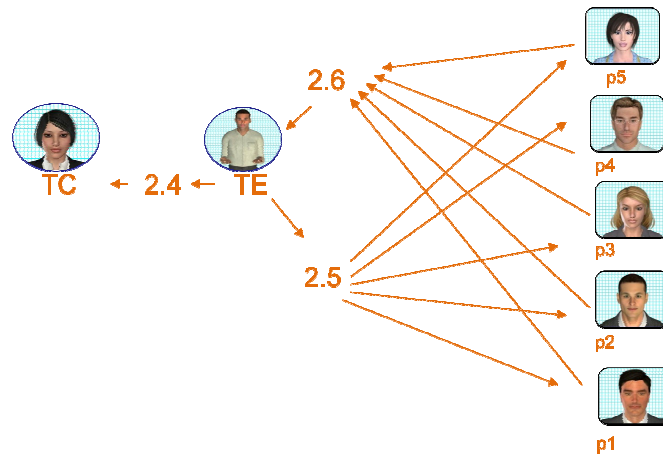


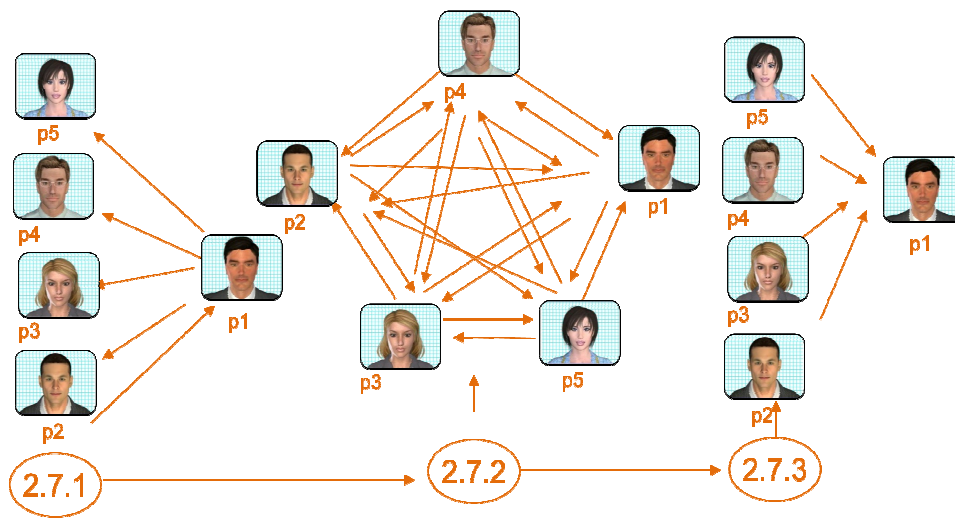
Fig. 62 Mapa cognitivo de la condición 2 (parte 2) del aprendizaje colaborativo, comunicación interpersonal cara a cara con el agente. Creación propia

Descripción de la condición 2 (parte 2)

Subpasos de desarrollo	Contenido de los pasos	Tipo de componente de interfaz
2.4 Comunicación del tutor experto con el tutor colaborativo	1. El tutor experto evalúa los resultados que tienen que ver con el dominio que persigue el grupo e informa al tutor colaborativo de las acciones que siguen y cuáles no (Estratégico)	Presenta información grafica de sus evaluaciones
2.5 Comunicación del tutor experto con los participantes del grupo	Informa a los participantes de los objetivos alcanzados y los roles que siguen y cuáles no (Estratégico)	Presenta información grafica de sus evaluaciones
2.6 Comunicación de los participantes con el tutor experto	Los participantes obtienen retroinformación de los resultados de su evaluación	

Fig. 63 Tabla Especificación de necesidades de comunicación que realiza el agente colaborativo Bajo la condición 2 (parte 2) del aprendizaje colaborativo. Creación propia

Mapa de comunicaciones 2 parte 3



46

Fig. 64 Mapa cognitivo de la condición 2.3 parte 3 del modelo de Johnson y Johnson, comunicación interpersonal cara a cara con el agente y de todos con todos. Creación propia

Especificación de componentes de interfaz para la condición 2 parte 3 del aprendizaje colaborativo

Subpasos de desarrollo	Contenido de los pasos	Tipo de componente de interfaz
2.7.1 Comunicación del tutor con los todos los estudiantes	Informa los objetivos de grupo	Comunicación visual y textual
2.7.2 Comunicación de estudiantes con estudiantes	Establece los objetivos parciales	Comunicación visual y textual
2.7.3 Comunicación de todos los estudiantes con el tutor	Establece las formas de evaluación	Comunicación visual y textual

Fig. 65 Tabla de explicación de necesidades de comunicación que realiza el agente colaborativo Bajo la condición 2 del aprendizaje colaborativo. Creación propia.

El objetivo de mostrar los mapas de comunicaciones es mostrar una visualización de las necesidades del tipo de comunicación y por lo tanto del tipo de componente de interfaz que será necesario

6.3 Descripción del modelo de componentes de interfaz propuesto para el sistema colaborativo de aprendizaje asistido por un agente pedagógico

Basándonos en nuestro marco teórico está constituido por dos partes:

Parte 1. Interfaz del agente para la tutorización constituida por el agente pedagógico su función es suministrar el aprendizaje, está constituido por cuatro módulos: Modulo de dominio de Aprendizaje, Modulo tutor, Modelo del Estudiante, Evaluación y Simulación. Tiene funciones pedagógicas. Se encarga de guiar el proceso de enseñanza-aprendizaje colaborativo, decide qué acciones pedagógicas realiza, cómo y cuándo. Se compone de siete elementos:

- *Planificación del Aprendizaje. Inicialmente formula un plan de aprendizaje para el Aprendiz*
- *Estrategias Pedagógicas. Selecciona el material de apoyo, especialmente en caso de error o cuando se encuentran ciertas creencias erróneas típicas en los aprendices*
- *Control. Determina cuándo intervenir oportunamente*
- *Críticas, sugerencias y explicaciones didácticas. Se encarga de criticar el rendimiento del estudiante basado en su comportamiento*
- *Consultas estadísticas. Genera reportes estadísticos del rendimiento de cada uno de los Aprendices*
- *Reporte global alumnos. Permite visualizar el rendimiento del grupo de Aprendices*
- *Replanificación del aprendizaje. Consiste en modificar constantemente el plan de aprendizaje de acuerdo a las dificultades encontradas y logros obtenidos*

Parte 2. Interfaz para el aprendizaje colaborativo

Su función es promover y facilitar el aprendizaje a través del esfuerzo colaborativo entre los aprendices en las sesiones de aprendizaje. Suministra un contexto que aviva y enriquece el proceso, donde el estudiante interactúa con los otros estudiantes para solucionar un problema sus características son:

- *Se basa en el Modelo de pizarra o tablero mejorado*

- *las fuentes de conocimientos que son los estudiantes pueden tener comunicación directa entre sí, gracias a los componentes de comunicación sincrónica y asincrónica*
- *cumple con las características para administración de las sesiones, soporte, coordinación y monitoreo*

6.3.1 Representación de los componentes de la interfaz gráfica

Es el soporte gráfico¹⁸ que permite la interacción de los estudiantes con todos los módulos (parte 1 y parte 2) del sistema colaborativo de aprendizaje y entre los estudiantes en el grupo. Se encarga de presentar y recibir la información y los conocimientos, se apoya en los recursos técnicos ofrecidos por la multimedia: gráficos, texto, sonido, animación, video, entre otros. Esta interfaz es compartida, y se compone de:

- *Componente de ingreso de datos, información y conocimientos. Su función es tomar los datos, la información y los conocimientos que ingresa el aprendiz a través de la interacción con el teclado, los hipervínculos, los botones, iconos, ventanas, y menús.*
- *Componente de despliegue de información. Muestra la información del contenido de la UEA, lo mismo que el contenido del Tablero. Histórico de Interacciones. Guarda las interacciones que ha realizado los Aprendices, las cuales sirven para crear una ruta de navegación que permite retornar a las pantallas recorridas.*
- *Componente de herramientas y ayudas. Son el conjunto de elementos (hipervínculos, botones, íconos, ventanas y menús) que sirven para navegar por el sistema.*

En la figura 66 se muestran los principales componentes propuestos para la interfaz del sistema:

¹⁸ La **interfaz gráfica de usuario**, conocida también como **GUI** (del inglés *graphical user interface*) es un programa informático que actúa de interfaz de usuario, utilizando un conjunto de imágenes y objetos gráficos para representar la información y acciones disponibles en la interfaz. Su principal uso, consiste en proporcionar un entorno visual sencillo para permitir la comunicación con el sistema operativo de una máquina o computador.

Componentes de la interfaz

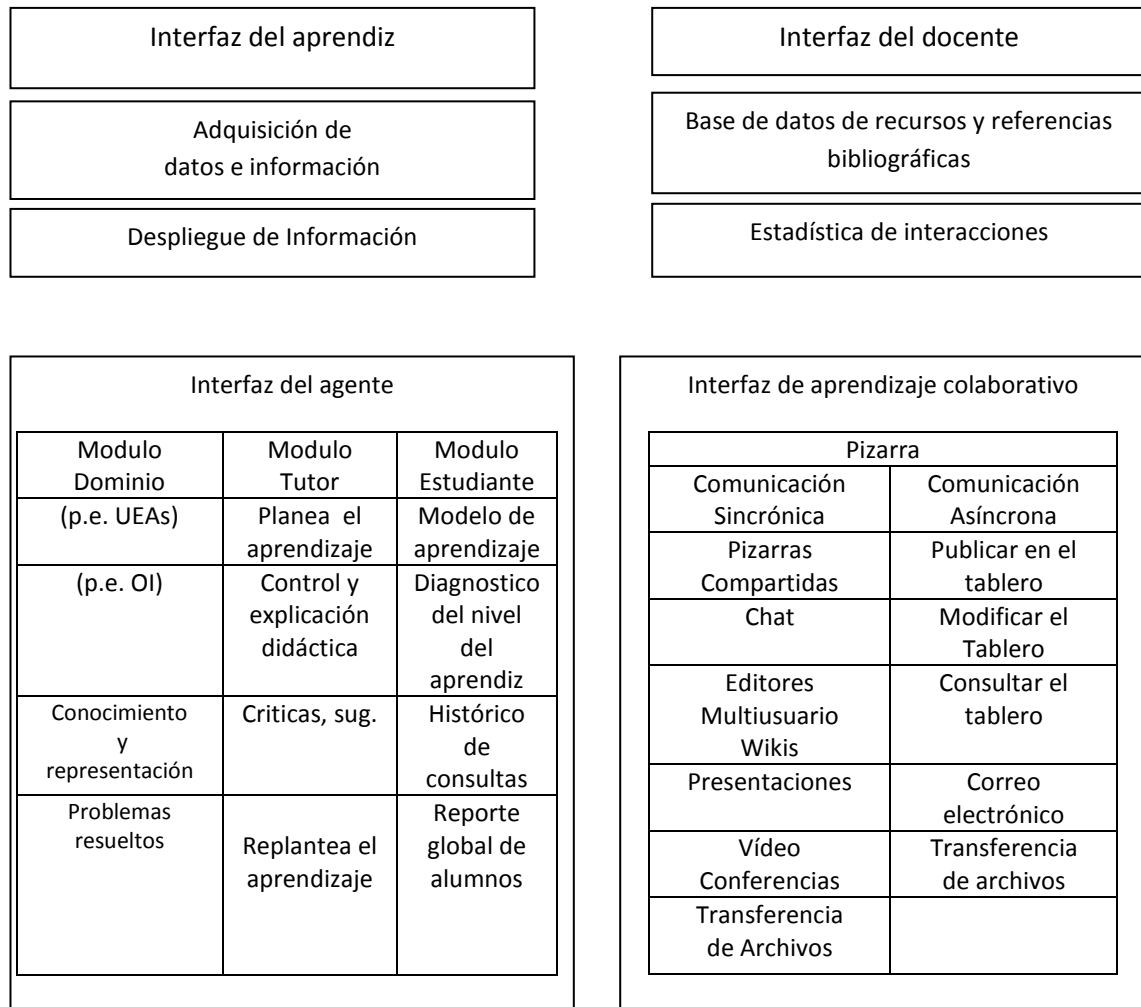


Fig. 66 Componentes principales de la interfaz. Creación del autor

Interfaz del agente. Contiene y administra el conocimiento y contenidos del área o tema específico de enseñanza, Tiene funciones pedagógicas. Se encarga de guiar el proceso de enseñanza-aprendizaje, decide qué acciones pedagógicas realiza, cómo y cuándo.

Interfaz para el aprendizaje colaborativo. Tiene la característica de propiciar la interacción social, la discusión y la colaboración.

En los siguientes cuadros se presentan los componentes gráficos de la interfaz propuesta

6.3.1.1 Interfaz principal del sistema. Es el medio para la interacción del sistema con los usuarios. Tal como se ilustra en la figura 67

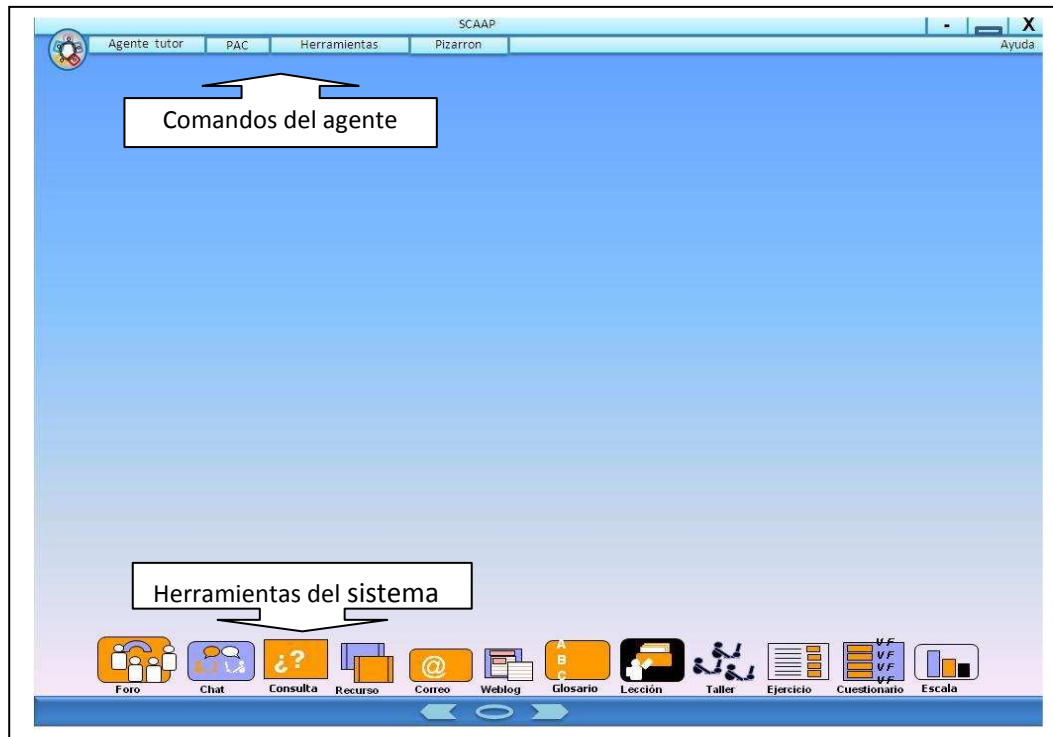


Fig. 67 Interfaz general del sistema colaborativo para el aprendizaje. Maqueta representativa. Creación del autor.

La interfaz principal del sistema. Es el componente con el que interactúa el estudiante, su función es: presentar el sistema y permite al estudiante visualizar globalmente el sistema y comprender el todo y sus partes. Se compone de se compone de:

Componente de ingreso de datos, información y conocimientos. Su función es tomar los datos, la información y los conocimientos que ingresa el aprendiz a través de la interacción con el teclado, los hipervínculos, los botones, iconos, ventanas, y menús.

Componente de despliegue de información. Muestra la información del contenido de la UEA, lo mismo que el contenido del Tablero. Histórico de Interacciones. Guarda las interacciones que ha realizado los Aprendices, las cuales sirven para crear una ruta de navegación que permite retornar a las pantallas recorridas.

Componente de herramientas y ayudas. Son el conjunto de elementos (hipervínculos, botones, íconos, ventanas y menús) que sirven para navegar por el sistema.

6.3. 1. 2 Interfaz del agente tutor. Es la interfaz principal del sistema con el cual interactuara él Se encarga de guiar el proceso de enseñanza-aprendizaje colaborativo se muestra en la figura 68.

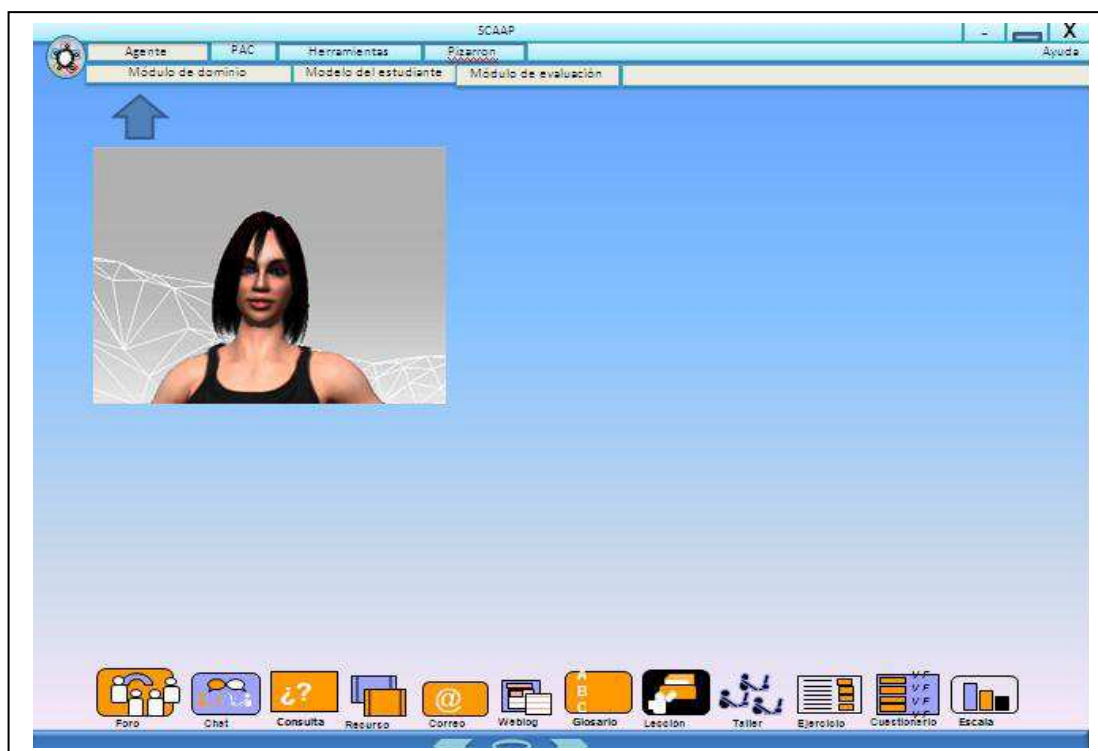


Fig. 68 Interfaz del agente tutor con su agente animado. Maqueta representativa. Creación del autor.

Contiene los comandos para activar al agente, sus funciones son: Se encarga de guiar el proceso de enseñanza-aprendizaje colaborativo, decide qué acciones pedagógicas realiza, cómo y cuándo a través de las siguientes acciones: planifica el aprendizaje, Define estrategias pedagógicas, Selecciona el material de apoyo,

Se encarga de comentar el rendimiento del estudiante basado en su comportamiento.

6.3.1.3 Características reactivas de la conducta del agente de enseñanza aprendizaje que están representadas en la interfaz son:

- La característica particular de esta función-tarea es la que permite realizar el seguimiento del alumno y ejecutar la función tutorial sin grandes cargas de planificación y modelización por lo que son perfectamente asumibles por este tipo de agentes.
- Laureano y de Arraiga (2000) proponen una arquitectura multiagente que no utiliza modelo de estudiante, ni ningún tipo de control en el módulo tutor (agente de enseñanza-aprendizaje). Lo que en términos de la filosofía reactiva se traduce en no contar con objetivos previamente predeterminados, ni representación exhaustiva del entorno. Brooks (1991).
- Lester et al. (2001) que nos sugiere un repertorio de estrategias didácticas que debe tener un agente tutor de enseñanza-aprendizaje. Cada estrategia didáctica esta ensamblada como una secuencia de acciones didácticas en las que interviene el agente tutor.

En la figura 69 se muestran algunos de los distintos comportamientos que exhibe el modulo tutor de acuerdo a las distintas entradas que percibe del estado de aprendizaje del alumno.

Interfaz de comportamientos reactivos del agente








Entradas del entorno (datos Tipos de comportamiento percibidos)	Tipos de comportamiento						
	1. Explicaciones conceptuales 	2. Consejos a solución de problemas 	3. Introducción a los problemas 	4. Recordatorio Consejos previos 	5. Sugerencias 	6. Felicitación 	7. Transiciones 
1. Interés por el tema				▲		▲	
2. Gusto por seguir						▲	
3. Necesidad de ayuda		▲		▲	▲		
4. Uso de incentivos					▲	▲	
5. Interrupción necesaria	▲	▲		▲			
6. Salir del tutorial							
7. Expectancia	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
8. Tiempo sin hacer nada		▲			▲	▲	
9. Error	▲	▲		▲			▲

Fig. 69 Tabla donde se muestran los distintos comportamientos que exhibe el agente tutor de acuerdo a las distintas entradas que percibe. Basada en Mora-Torres (2010).

1. Explicaciones Conceptuales;
2. Consejos a solución de problemas;
3. Introducción a los problemas (contextualización);
4. Recordatorio (consejos previamente expuestos);
5. Sugerencias con nivel de prioridad (en novatos se sugiere y se toma el control);
6. Interjecciones (puntualiza aspectos importantes del progreso p.e. felicitaciones, ánimo)

6.3.1.4 Componente de interfaz pizarrón.

El pizarrón es el componente más importante con el que interactúa el estudiante, puesto que a través de él se posibilita la implementación del aprendizaje colaborativo, se realizan los intercambios de conocimiento, permite la visualización de objetivos, las metas alcanzadas y las que faltan por alcanzar, ahí el docente puede organizar y controlar el proceso de aprendizaje con la asistencia del agente tutor. En la figura 70 se muestra la interfaz llamada pizarrón.

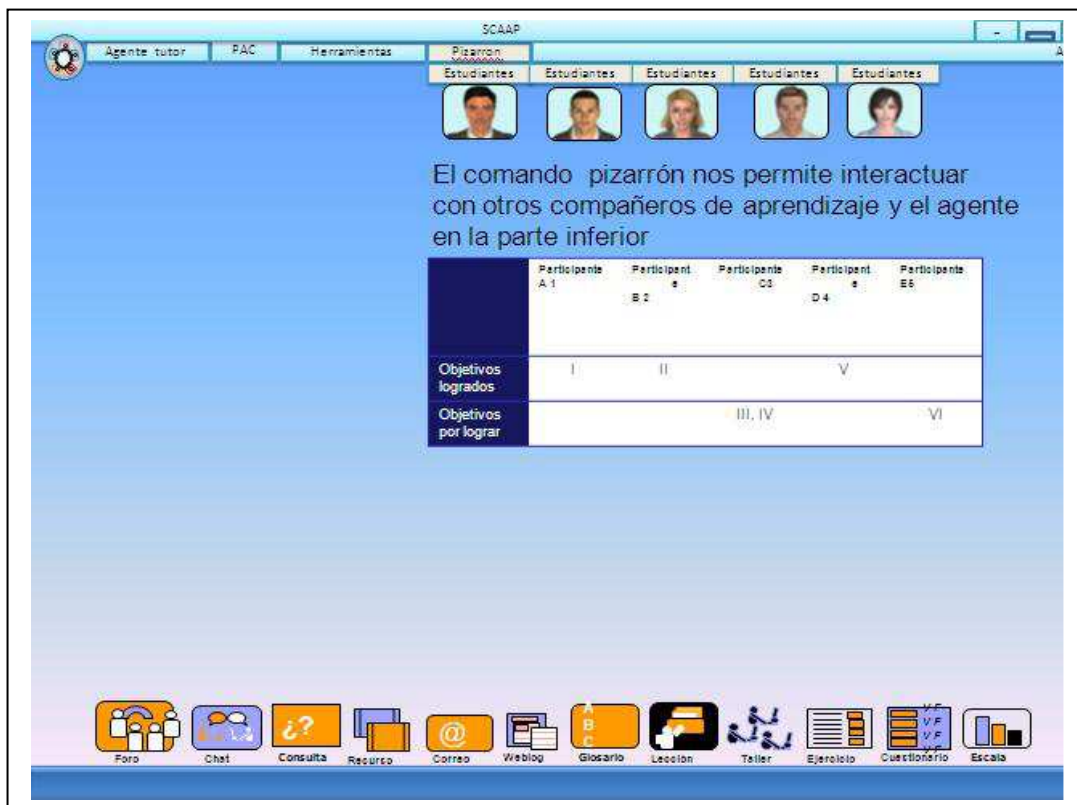


Fig. 70 Interfaz del componente pizarrón. Creación propia

El pizarrón también es: un componente de despliegue de información. Muestra la información del contenido de la UEA, lo mismo que el contenido del Tablero. Histórico de Interacciones. Guarda las interacciones que ha realizado los Aprendices, las cuales sirven para crear una ruta de navegación que permite retornar a las pantallas recorridas.

6.4 Mapa de navegación

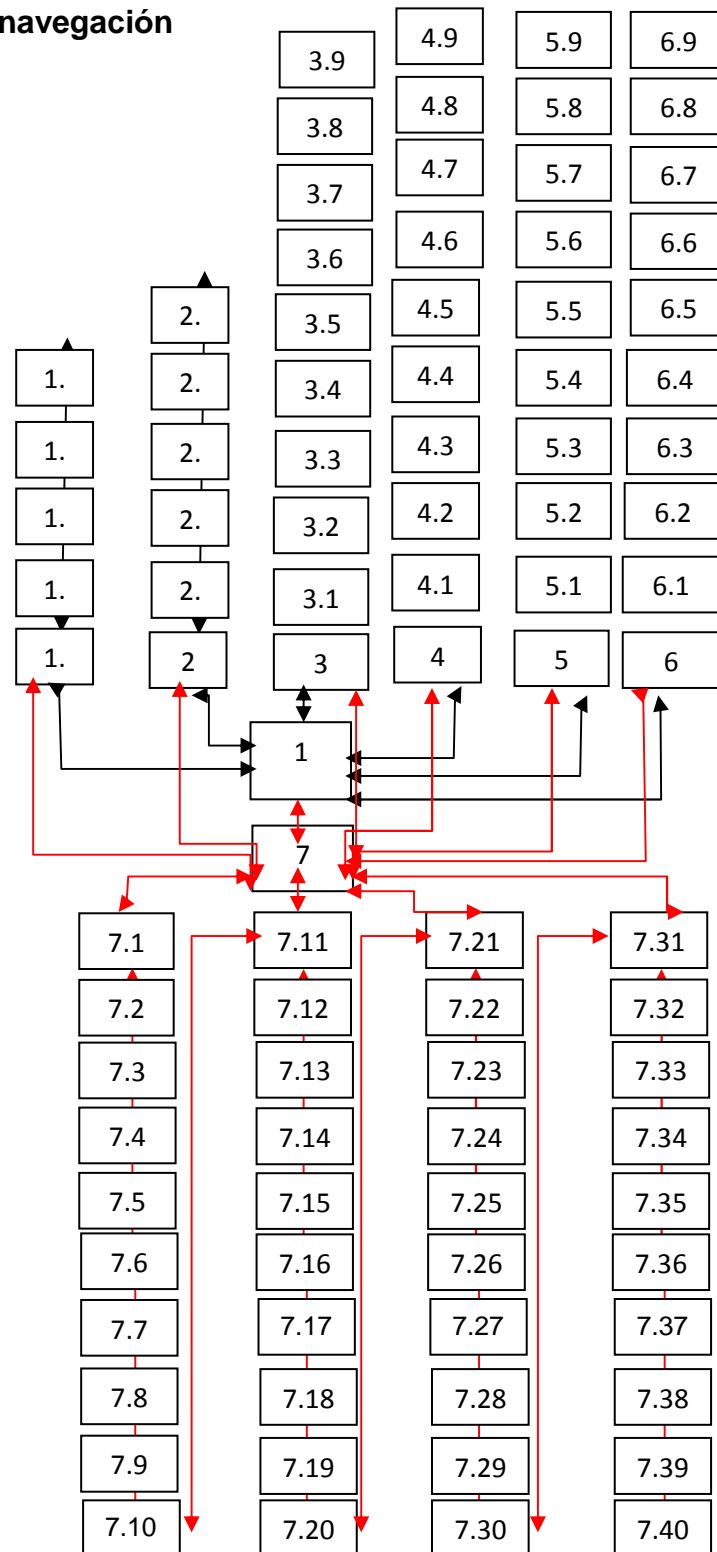


Fig. 71 Mapa de navegación del sistema colaborativo de aprendizaje apoyado por un agente tutor. Creación propia

6.4.1 Descripción general del mapa de navegación

1. Interfaz de presentación del sistema
2. Interfaz de presentación del agente tutor
3. Interfaz de herramientas del sistema
4. Interfaz del sistema de ayuda
5. Interfaz del usuario (estudiante)
6. Interfaz de configuración del sistema (tutor humano)
7. Interfaz del tutorial

6.5 Evaluación de la propuesta

Para evaluar la apariencia de la interfaz se propone el siguiente método: a través de una escala tipo Likert con el propósito de conocer la motivación del usuario hacia la interfaz: a través de un formato típico de cuestionario de esta escala. En la figura 72

Me gusta la interfaz

1.Totalmente en desacuerdo	2.En desacuerdo	3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo	4.De acuerdo	5.Totalmente de acuerdo
----------------------------	-----------------	-----------------------------------	--------------	-------------------------

La interfaz del agente en texto con capacidades de dialogo hablado me es agradable

1.Totalmente en desacuerdo	2.En desacuerdo	3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo	4.De acuerdo	5.Totalmente de acuerdo
----------------------------	-----------------	-----------------------------------	--------------	-------------------------

La interfaz de agente animado para representar al tutor me es motivadora

1.Totalmente en desacuerdo	2.En desacuerdo	3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo	4.De acuerdo	5.Totalmente de acuerdo
----------------------------	-----------------	-----------------------------------	--------------	-------------------------

Fig. 72 Ejemplo de escala de actitudes hacia la interfaz

Otros aspectos a evaluar de la interfaz de acuerdo a Acuña-Garduño (2008) son: si el entorno cuenta con una interfaz explícita para el aprendizaje colaborativo. Interfaz compartida para el trabajo colaborativo entre profesor y estudiantes.

Interfaz conjunta de estudiante con otros estudiantes. Interfaz para la edición conjunta de documentos en línea Interfaz para construcción colectiva del conocimiento (base de datos compartida).tal como se muestra en la figura 73.

<p><i>Usabilidad de la interfaz</i></p> <p><i>¿El diseño de la interfaz está centrado en el alumno?</i></p>	<p>De acuerdo con (Goodyear,1998), se refiere a la eficacia y facilidad de uso del entorno de aprendizaje tanto por parte de profesores como de alumnos</p>
<p><i>Estructura de la información</i> La estructura está basada en: ¿Texto? ¿Es lineal? ¿Hipertextual? ¿Está basada en Multimedia?</p> <p><i>Navegación</i> ¿Facilita al estudiante su ubicación en el entorno¹⁹? ¿La navegación es predecible? ¿Facilita la exploración del entorno? ¿Tiene orden y sentido? ¿Es confusa? ¿Tiene una navegación estructural o jerárquica²⁰?</p> <p>¿Menús que permiten acceder a una entidad desde un menú? ¿Menús asociativos al contenido del entorno²¹? ¿Menús Asociativos a contenidos externos del entorno?</p>	<p>Nielsen (2007), propone que un buen criterio para establecer la arquitectura de la información es contar con una representación explícita de la estructura de la institución reflejada en el entorno virtual de aprendizaje.</p> <p>Nielsen (2007), considera que la consistencia en la navegación es un concepto fundamental. Mantener una estructura de navegación consistente ayuda a los usuarios a visualizar su localización actual y sus opciones, y minimiza el trabajo de averiguarlo. Los elementos de navegación funcionan como peldaños de ayuda para pasar de un área a la siguiente.</p>
<p><i>Accesibilidad</i></p>	<p>La accesibilidad es la característica de la interfaz de un hipermedio basado en texto o multimedia la cual establece que debe ser universalmente usable por todos: personas mayores, personas con discapacidades físicas, sensoriales, y cognitivas; personas con equipos antiguos o lentos, (Nielsen 1994).</p>

¹⁹ Se refiere a su movilización a través de este con la utilización de mapas gráficos dinámicos y metáforas del entorno. Donde cada icono provee la información suficiente y correcta acerca del contenido al que hace alusión el vínculo textual o iconográfico.

²⁰ Configura la macroestructura del entorno de información y permiten a los usuarios acudir a otras partes del entorno, comúnmente están contenidos en la interfaz de inicio del entorno desde ahí se accede a interfaces subordinadas del ambiente de aprendizaje, un nivel intermedio son los menús.

²¹ Conducen a otras interfaces del entorno relacionadas con el enlace de origen. Están representadas por vínculos de palabras subrayadas que van a glosarios o ampliaciones del contenido sobre todo si este es extenso.

<p><i>Presentación</i></p> <p>¿Proporcionar al usuario texto alternativo y descriptivo para las imágenes?</p>	<p>Es deseable que una interfaz deba: Proporcionar al usuario texto alternativo que describa el contenido no textual tales como: imágenes, ilustraciones, fotografías.</p>
<p><i>Interacción</i></p> <p>¿El usuario puede tener control sobre el acceso interacción y búsqueda de la información?</p>	<p>Permitir que el usuario tenga control sobre el acceso interacción y búsqueda de la información</p> <p>Hacer consistente las navegación presentación y comportamiento del sitio Web</p> <p>Dar al usuario el control sobre los cambios de vista</p>
<p><i>Diseño de textos</i></p> <p>¿El título del entorno en la parte superior da sentido al contenido del entorno?</p>	<p>El título del entorno en la parte superior da sentido al contenido del entorno.</p> <p>Comienza los párrafos de las secciones y contenidos con una idea sintética.</p>
<p><i>Legibilidad</i></p> <p>¿Cómo es la legibilidad textual del entorno?</p> <p>utiliza:</p> <p>¿Fondos claros y mucho contraste entre los colores del texto y el fondo? (texto negro sobre fondo claro por ejemplo).</p> <p>Tipos de letras Serif o Sans Serif²² (Verdana, Arial, Tahoma).</p> <p>Texto fijo</p> <p>¿Evita el uso de mayúsculas?</p> <p>¿Uso de imágenes y gráficas sin utilidad?</p> <p>¿El texto es demasiado pequeño o</p>	<p>La legibilidad es la cualidad que tiene un texto para que pueda ser leído. Pero afinando más se puede decir que la legibilidad se entiende como la cualidad formal que posee el texto para que se pueda percibir con claridad lo escrito.</p> <p>Algunos criterios recomendables son:</p> <p>Palabras clave destacadas (en forma de vínculos, o utilizando variables tipográficas, o cambios de color);</p> <p>Subtítulos significativos; útiles;</p> <p>Listas de ítems;</p> <p>Una idea por párrafo (los lectores generalmente saltan cualquier idea adicional si no son 'capturados' por las primeras palabras del párrafo);</p> <p>El estilo de 'pirámide invertida', empezando por la conclusión;</p> <p>La mitad o menos de palabras que las que normalmente se utilizan en textos impresos.</p>

²² Son de tamaño lo suficientemente grande para que puedan ser leídas por estudiantes con deficiencias visuales.

<p>confuso?</p> <p>¿El color del texto tiene un contraste inadecuado con el fondo?</p> <p>¿El texto queda oscurecido por los elementos de diseño circundantes?</p>	
--	--

Figura 73 Tabla criterios para la evaluación de la interfaz de un sistema colaborativo de aprendizaje. Creación propia.

En la figura 74 se muestra la evaluación de la interfaz dirigida al docente corresponde al factor instruccional del cual se considero importante conocer los siguientes aspectos:

Criterios para el análisis del modelo instruccional	Descripción
<i>¿La interfaz permite la implementación de un método instruccional?</i>	Se analiza si la interfaz permite poner en práctica un método instruccional para preparar, desarrollar, y evaluar el aprendizaje de acuerdo a las características estándar de un método instruccional con las fases de: Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación (ADDIE) O bien un método instruccional orientado al Proceso de aprendizaje colaborativo (PAC) con sus fases de: Preproceso, Proceso, y Posproceso
<i>¿Proporciona guías, tutoriales, manuales o alguna otra documentación? sobre: Actividades sugeridas para el desarrollo del aprendizaje colaborativo?</i>	Es importante conocer si la interfaz proporciona información específica para comprender el método del aprendizaje colaborativo, y brinda al usuario docente la posibilidad de documentarse sobre la orientación de los principios pedagógicos con los que está construido el entorno.
<i>¿Es posible verificar la interacción en el entorno?</i>	Se trata de indagar si la interfaz proporciona información de los objetivos formativos en sus cursos: Si proporciona información de los objetivos los cognitivos y el desarrollo de las habilidades interpersonales.
<i>¿El entorno permite el desarrollo de contenidos instruccionales creados por los estudiantes?</i>	Se desea conocer en qué medida participan los estudiantes en la construcción de su conocimiento.
<i>¿El entorno facilita el completar tareas y trabajar hacia la obtención de metas comunes?</i>	Esta pregunta nos posibilita saber acerca de la implementación o no de un método instruccional cooperativo.

Figura 74 Tabla criterios para la evaluación del modelo instruccional de un sistema colaborativo de aprendizaje. Creación propia

Conclusiones del capítulo VI

En este capítulo se ha mostrado el diseño de la interfaz de un sistema computacional para el aprendizaje colaborativo asistido por un agente pedagógico destacando la importancia de los componentes de interacción para la comunicación, la cual posibilita que los usuarios reaccionen con naturalidad ante estímulos sociales presentados en contextos interactivos sustentados en modelos cognitivos relacionados con modelos de de agentes inteligentes. Esta reacción emocional automática se refuerza ante un personaje animado con ojos y boca, el cual atrae la atención del usuario pues lo hace consciente de estar tratando con un personaje artificial pero no rebaja sus expectativas de percibir en el personaje una conducta socialmente apropiada y agradable. Por lo que este aspecto debe ser aprovechado y cuidado al máximo.

La creación de una interfaz para un agente tutor colaborativo incluyó la investigación interdisciplinaria, tecnología del lenguaje natural, ilustración gráfica, etc. Al tratarse de un campo que abarca numerosas disciplinas, el desarrollo de estos sistemas presenta abundantes problemas en la creación de cada componente y en la integración de los mismos. El planteamiento de los componentes de interfaz del sistema colaborativo para el aprendizaje ha seguido la línea de criterios planteada por las necesidades del modelo instruccional implementado, los criterios de necesidades de comunicación del tutor, el agente tutor y los estudiantes, como en todo ambiente computacional.

También se han mostrado algunos de los distintos comportamientos que exhibe el agente de acuerdo a las distintas entradas que percibe del estado de aprendizaje del alumno, por lo que los requerimientos cognitivos que funcionan para el desarrollo de la interfaz son los siguientes:

- Interacción distribuida. La orientación principal de la interfaz es crear las posibilidades de interacción distribuida del agente con los estudiantes para lograr una intervención acorde con el planteamiento de modelo instruccional del agente establecida en el análisis cognitivo de tareas y su modelo mental propuesto

- Facilidad de aprendizaje y facilidad de uso distribuido, por ello resulta útil beneficiar al mayor número de usuarios, señalando de forma muy especial *la capacidad de adaptación* a las características que éstos puedan presentar
- Se han desarrollado los requerimientos bajo una metodología orientada a crear estructuras que faciliten, la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación
- Monitorizar el aprendizaje colaborativo
- Vigilar el cumplimiento de las condiciones necesarias para alcanzar un aprendizaje de éxito

La parte de implementación de la interfaz se enfoco a probar los requerimientos de la interfaz que representa al sistema pero también facilitaría la interacción entre el sistema y los usuarios. Algunas consideraciones en relación a la interfaz que son posibles obtener son las siguientes:

La interfaz y representación del agente tutor con características humanas ha demostrado ser eficaz comparada con otras formas de representación de agentes tutor, tales como objetos animados de escritorio, animales, robots, y demás representaciones.

La investigación y el desarrollo de técnicas de diseño e implementación de interfaces de usuario usables es todavía una amalgama de metodologías provenientes de diferentes áreas de conocimiento, por ello nuestro enfoque en este sentido es todavía orientado por el ensayo y el error y consideramos que esto constituye una alternativa a la intuición en la determinación del mejor diseño, pues se enfoca en comprobaciones sobre situaciones reales, con interfaces de usuario ya diseñadas.

CONCLUSIONES GENERALES

CONCLUSIONES GENERALES

En esta investigación se ha presentado una propuesta de interfaz de usuario para el aprendizaje colaborativo, la cual se desarrolló integrando el proceso de diseño de la interfaz con el diseño del sistema computacional para el aprendizaje colaborativo y sumando a esta integración la asistencia de un agente tutor o agente pedagógico.

Del estado del arte planteado se concluyó que el modelo de un agente tutor con características como compañero de aprendizaje resulta adecuado para ser implementado en distintos dominios de conocimiento. También del análisis del marco conceptual podemos concluir las siguientes cuestiones:

Las aplicaciones típicas de agentes inteligentes son *los sistemas tutores* y *los compañero de aprendizaje*. Los sistemas tutores pueden simular a un tutor que posee una estrategia de enseñanza uno a uno, o bien es un experto en un dominio del conocimiento y actúa como un guía, tutor o un entrenador. Pero puede actuar también como un compañero en un entorno de aprendizaje colaborativo. Este tutor, puede adaptarse según las necesidades del estudiante.

Para diseñar nuestro sistema adoptamos un método con las siguientes características:

Primero creamos el modelo instruccional acorde a un agente tutor que reúne las características tutoriales inteligentes aplicable a cualquier dominio de conocimiento, con las características de un modelo instruccional de propósito general.

Segundo, los requerimientos de modelo instruccional los derivamos de un análisis de los modelos instruccionales sustentados en las teorías combinadas del aprendizaje o eclécticas.

Tercero a partir de estos fundamentos teóricos planteados en un modelo instruccional aplicable en la conducta del agente tutor se diseña nuestro sistema de aprendizaje colaborativo asistido por un agente tutor con las siguientes consideraciones:

- El diseño de los sistemas computacionales colaborativos para el aprendizaje conlleva distintos niveles de complejidad que podríamos resumir en dos partes:

Parte 1 funcional (modelo instruccional, tecnología y abstracción de la lógica de su comportamiento)

Parte 2 de representación (interfaces multicanal)

- La propuesta de asistir cada una de las fases del proceso educativo con agentes tutor y métodos de aprendizaje basados en la colaboración nos permite ahora visualizar las nuevas perspectivas en la especificación de requerimientos para cada uno de los sistemas colaborativos según se trate el dominio de conocimiento.
- La parte funcional del sistema está relacionada con el proceso interno del sistema, como su corazón, el cual deberá prestar soporte a todas las funcionalidades del mismo y soportar la carga principal de las interacciones y del sistema global de comunicación. Hemos abordado su análisis considerando el nivel de abstracción general y el desarrollo de la lógica, asumiendo las particularidades del mismo como un sistema colaborativo para el aprendizaje y por consiguiente derivamos del modelo instruccional las particularidades que implica su implementación.
- La metodología instruccional explicada e implementada en esta investigación ha sido diseñada considerando aspectos del proceso de

enseñanza- aprendizaje-evaluación como elementos activos en un único proceso de educativo con sus respectivas fases.

- A través de los STI se puede implementar un diseño instruccional personalizado y se pensar en incluirlos en la modalidad distancia como un intento de mejorar la calidad de la enseñanza, y permitiría a los estudiantes mejorar su rendimiento y a la vez el rendimiento en las materias más avanzadas que utilicen la base de conocimientos que debe adquirirse en estas asignaturas. La introducción de un STI, adaptable a las necesidades particulares de cada uno de los estudiantes, es una opción válida, sobre todo en las instituciones, que ya poseen los recursos informáticos básicos necesarios tales como: redes internas de computadoras, hosts con capacidades computacionales suficientes, etc.
- Implementando este tipo de sistemas, se puede disminuir la carga de los docentes en los cursos con altos índices de alumnos respecto de los profesores. De este modo, se personaliza el ambiente de aprendizaje, sin requerir más recursos humanos y a la vez se pueden flexibilizar los horarios de estudio para los estudiantes, permitiendo interactuar con el sistema según el propio ritmo de estudios.
- Es posible concluir que no es el objetivo de un agente tutor reemplazar a un tutor humano, sino que su implementación puede ser de gran utilidad en situaciones donde se requieren refuerzos en la enseñanza. De esta manera se pueden utilizar de forma más eficiente los recursos humanos limitados disponibles, pudiendo el tutor humano hacerse cargo en forma personalizada sólo de un cierto número de tareas que el sistema no puede realizar, o que sean muy difíciles de implementar.

Una importante ventaja en la implementación de estos de sistemas, es que disminuye las altas cargas académicas de los docentes. También adecua el

entorno de aprendizaje, se ocupan menos recursos humanos y a la vez se flexibilizan los horarios de estudio para los estudiantes, los cuales pueden interactuar con el agente tutor de acuerdo con su propio ritmo de estudios.

La parte de representación del sistema se enfoca a obtener los requerimientos de la interfaz que representaría el sistema pero también facilitaría la interacción entre el sistema y los usuarios. Algunas consideraciones en relación a la interfaz que son posibles obtener son las siguientes:

En el análisis de la interfaz hemos abordado algunos de los principales modelos y técnicas de diseño de interfaces de usuario utilizados por los especialistas en este área, los cuales están categorizados en paradigmas o enfoques de estudio, se ha concluido para el diseño de la interfaz sustentarse principalmente en el enfoque antropomórfico y multimodal así como en los objetivos fundamentales que se persiguen en esta investigación. También hemos visto que estas divisiones de enfoque no son ni rígidas ni claras, y que la mayoría de las técnicas incluyen aspectos de más de una de ellas. Sin embargo aunque se tome como base o se persigan los objetivos y aspectos principales de uno de estos paradigmas, suele ser conveniente e incluso necesario combinar características y metodologías de varios o incluso de todos ellos.

El enfoque antropomórfico es el adecuado para la construcción de la interfaz del modelo instruccional que estamos planteando ya que persigue mejorar la interacción o comunicación persona-ordenador e intenta imitar el proceso natural de comunicación persona-persona. Este enfoque destaca conceptos como “naturalidad” y “amigabilidad con el usuario. Depende en gran medida de los avances tecnológicos y de las técnicas de inteligencia artificial, utilizadas para crear el modelo cognitivo que simule el comportamiento humano. De esta forma al conjuntar el modelo cognitivo con la interfaz se logra un agente que piensa y actúa racionalmente. Por último, el enfoque empírico, más que ofrecer técnicas generativas, constituye una alternativa a la intuición en la determinación del mejor

diseño, centrándose en comprobaciones sobre situaciones reales, con interfaces de usuario ya diseñadas. Al abordar el estudio de un sistema interactivo se deben considerar todos estos enfoques.

Aún no se pueden construir agentes animados con técnicas conversacionales perfectas. Los modelos de emoción, de personalidad, de conversación son todavía rudimentarios. Y el número de conductas conversacionales que pueden ser realizadas en tiempo real usando cuerpos animados es todavía extremadamente limitado. Pero a la vez que se empieza a comprender las habilidades que subyacen en la conversación humana, y se aprecian las conductas que la conforman, se aproxima el día en el que una conversación “cara a cara” con un agente pueda llegar a ser posible.

La creación de un agente animado engloba la investigación lingüística, tecnología del habla, ilustración gráfica, etc. Al tratarse de un campo que abarca numerosas disciplinas, el desarrollo de estos sistemas presenta abundantes problemas en la creación de cada componente y en la integración de los mismos.

Existe un creciente aumento de formación, tradicional, a distancia, educación continua, entre otros, la cual permite ver a estos sistemas basados en agentes inteligentes como sistemas de apoyo a dichos procesos formativos, permitiendo desarrollar mejores seguimientos, feedback, interacción con cada usuario, manejo de una visión del grupo y de cada estudiante, manejo de grupos, incentivos, adaptación a las necesidades, etc. Existen diferentes experiencias de investigación de agentes inteligentes, que están siendo apoyo en la relación entre los usuarios humanos y los sistemas computacionales.

Las interfaces de software hasta la fecha han dejado al margen la componente social de la comunicación. Pero ahora se está demostrando que las personas reaccionan con naturalidad ante estímulos sociales presentados en contextos interactivos sustentados en modelos cognitivos relacionados con modelos de de agentes inteligentes. Esta respuesta automática se refuerza ante un personaje animado con ojos y boca. La consciencia del usuario de estar tratando con un

personaje artificial no rebaja sus expectativas de percibir en el personaje una conducta socialmente apropiada. Por lo que este aspecto debe ser aprovechado y cuidado al máximo.

La creación de una interfaz para un agente tutor colaborativo incluye la investigación interdisciplinaria, tecnología del lenguaje natural, ilustración gráfica, etc. Al tratarse de un campo que abarca numerosas disciplinas, el desarrollo de estos sistemas presenta abundantes problemas en la creación de cada componente y en la integración de los mismos. El planteamiento de los componentes de interfaz del sistema colaborativo para el aprendizaje ha seguido la línea de criterios planteada por las necesidades del modelo instruccional implementado, los criterios de necesidades de comunicación del tutor, el agente tutor y los estudiantes, como todo ambiente computacional.

La interfaz y representación del agente tutor con características humanas ha demostrado ser eficaz comparada con otras formas de representación de agentes tutor. Tales como objetos animados de escritorio, animales, robots, y demás representaciones.

BIBLIOGRAFÍA

Referencias

Abascal, J. et al (2002). La Interacción persona ordenador. Libro electrónico editado por AIPO. Versiones disponibles en la red (<http://griho.udl.es/ipo/>) y en CD-ROM (ISBN Versión CD-ROM 84-607-2255-4).

Abascal J. et al, (2004). El uso de las directrices para verificar automáticamente la web de la accesibilidad, el acceso universal en la Sociedad de la Información, Springer Berlin / Heidelberg ES SN, 1615 - 5289, volumen 3, número 1, marzo de 2004.

Acuña-Garduño E. (2008). Análisis y diseño de entornos virtuales de aprendizaje colaborativo. Propuesta metodológica. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Azcapotzalco, México D.F. 2008.

Adams, T. L. (1995). A paradigm for portfolio assessment in teacher education. *Education*, 115 (4), 568-570.

Aguilar, R. y de Antonio, A. (2004) Agentes Tutores Virtuales Inteligentes. Una estrategia para Entrenamiento de Equipos. En R. Rivera, M. Ostos, H. Andrade y O. Gutiérrez (Eds). Avances en las Tecnologías de la Información. 4º CISC, Agosto de 2004, Veracruz, México.

Anderson, J. R. (1985). *Cognitive Psychology and its Implications* (2nd Ed.). New York: Freeman

Anderson, J. R. (1988). *The expert module*. In M. Polson & J. Richardson (Eds.), *Handbook of Intelligent Training Systems*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 21-53.

Anderson, J. R., Corbett, A. T., Koedinger, K. R., Pelletier, R. (1995). *Cognitive tutor: Lessons learned*. The Journal of the Learning Sciences, 4 (2) 167-207.

Ausubel, D.P.; Novak, J.D.; Hanessian, H. (1983) *Psicología Educativa: Un punto de vista cognitivo*, Editorial Trillas: México.

Bavativa De González, (1986). *El sistema tutorial en Colombia*. Bogotá: Proyecto PNUD/UNESCO/ICFES, 1986.

Beaudouin-Lafon, M (1999). (Ed). *Computer Supported Cooperative Work*. Université Paris. Sud, France, John Wiley&Sons,

Bovair, S. y Polson, D. (1990). *The Acquisition and Performance of Text-Editing Skill: A Cognitive Complexity Anaysis*. Human-Computer Interaction, 5(1), 1-48.

Brooks, R. *Intelligence without Representation*. Artificial Intelligence, 47 pp. 139-159. 1991.

Brown, J.S. Y Vanlehn, K. (1980) *Repair Theory: A generative theory of bugs in procedural skills*. Cognitive Science, 4, 379-426.

Brown, J.S. and Burton, R.R. (1978). *Diagnostic models for procedural bugs in basic mathematical skills*, Cognitive Science, 2, 155-191.

Brown, S. Y Burton, R. R.; De Kleer. (1982) *Pedagogical, natural language and knowledge engineering techniques in Sophie* In D. Sleeman and J. S. Brown, editors, ITS, 227-282, N.Y, Ac. Press.

Bruner, J. (1991). *Actos de significado. Más allá de la revolución cognitiva*. Ed. Alianza. Madrid. 2002.

Burton, R. R.; Brown, J. S. (1981). *An investigation of computer coaching for informal learning activities*. In: Sleeman, D., Brown, J. (eds.): ITS, Cap. 4, 79-98, London: Ac. Press.

Burton, R. y J. Brown. (1982) An Investigation of Computer Coaching for Informal Learning Activities. In D. Sleeman & J. S. Brown (Eds.) *Intelligent Tutoring Systems*, pp. 79-98. New York Academic Press.

Card, S.K., Moran T.P. y Newell, A. (1983). *The Psychology of Human-Computer Interaction*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Cataldi, Zulma; Lage, Fernando J. (2009) Sistemas tutores inteligentes orientados a la enseñanza para la comprensión (artículo en línea). EDUTEC, Revista Electrónica de Tecnología Educativa. Núm. 28/ Marzo 2009. (Fecha de consulta: 23/sep/2011).

Cataldi, Z. Y Lage, F. (2007). El problema del modelado del estudiante en Sistemas Tutores Inteligentes. II Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología. TE&ET'07. 12-15 de junio. Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata.

Cataldi, Z., Salgueiro, F., Britos, P., Sierra, E. y García Martínez, R. (2006). *Selecting Pedagogical Protocols using SOM*. Research in Computing Science Journal, 21: 205-214.

Cataldi, Z; Salgueiro, F. y Lage, F. (2007b). Fundamentos para el Submódulo Evaluador en Sistemas Tutores Inteligentes: Diagnóstico, predicción y autoevaluación. CACIC 2007. 1-5 de octubre. Universidad Nacional del Nordeste Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. Corrientes y Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Resistencia.

Castañeda, S., Martínez, R. (1999). Enseñanza y aprendizaje estratégicos: Modelo integral de evaluación e instrucción. En *Revista Latina de Pensamiento y Lenguaje*. 4:2B, 251-278. 1999.

Cabero J. (2003), Principios tutor, psicológicos y sociológicos del trabajo colaborativo: su proyección en la tele enseñanza, en Martínez Sánchez, F. (comp.) (2003). *Redes de comunicación en la enseñanza*, (pp.131 – 156). 1ª edición. Barcelona: Paidós.

Cabero, J. (editor) (2000), *Nuevas Tecnologías aplicadas a la educación*. 2ª edición, Madrid: Didáctica y organización Escolar-Síntesis Educación.

Carbonell, J. R. (1970). *AI in CAI: An artificial intelligence approach to computer assisted instruction*. IEEE transaction on Man Machine System. Vol.11, No. 4, p. 190-202.

Choua, C., Chanb T. & Linc C. (2002). *Redefining the learning companion: the past, present, future of educational agents*, *Computer & Education*, 40(3), 255-269.

Davis, L. (1991). *Handbook of Genetic Algorithms*. New York. Van Nostrand Reihold.

De Arriaga, F., El Alami, M., Ugena A. *Acceleration of the Transfer of Novices into Experts: the Problem of Decision Making*, Proceedings International ConferenceBITE'01. pp-245-258, University of Eindhoven. 2001.

De Arriaga F., El Alami M. El Aprendizaje Centrado en el Estudiante: Aprendizaje por Problemas. Capítulo 33, 515-529. *Educación, aprendizaje y cognición. Teoría en la Práctica*. Publicado por la Universidad de Guadalajara y la Editorial El Manual Moderno. 2004.

Díaz, F et al (2002). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. (2da edición). McGrawNHill."México.

Dipaolo, R.E., Graesser, A.C., Hacker, D.J., White, H.A., y TRG (2002). (Tutoring Research Group) *Hints in human and computer tutoring*. In M. Rabinowitz (Ed.), *The impact of media on technology of instruction*. Mahwah, NJ: Erlbaum.

Dix, A., Finlay, J., Abowd, G., Beale, R. (1998). *Human-Computer Interaction*. Prentice-Hall.

Dorin, H., Demmin, P. E., Gabel, D. (1990). *Chemistry: The study of matter*. (3rd ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, Inc.

Eberts, R.E. (1994). *User Interface Design*. Prentice-Hall. ISBN 896745

El Alami, M., de Arriaga, F. y Laureano-Cruces, A. (2004). Simulación Inteligente para el aprendizaje de la toma de decisiones. Capítulo 35, 545-555. *Educación, aprendizaje y cognición. Teoría en la Práctica*. Publicado por la Universidad de Guadalajara y la Editorial El Manual Moderno.

Embley, D.W. (1978). *Empirical and Formal Language Design Applied to a Unified Control Construct for Interactive Computing*. International Journal of Man-Machine Studies, 10(2), 197-216.

Falgueras, J. (2000). Usabilidad informática; Diseño actual de la interfaz de usuario. Tesis doctoral. Departamento de Lenguajes y Ciencias de la Computación. Universidad de Málaga.

Falkenauer, E. (1999). *Evolutionary Algorithms: Applying Genetic Algorithms to Real-World Problems*. Springer, New York, Pág 65-88.

Ferreira, Anita y KOTZ, Gabriela. ELE-Tutor Inteligente: Un analizador computacional para el tratamiento de errores gramaticales en Español como Lengua Extranjera. *Rev. Signos*. (En línea). 2010, vol.43, n.73, pp. 211-236. ISSN 0718-0934. doi: 10.4067/S0718-09342010000200002.

Franklin, S. & Graesser, A. (1996) *Is it an Agent, or Just a Program? Proc. Of the Third International Workshop on Agents Theories, Architectures, and Languages*. Springer Verlag

Freeva, R.; Evens, M. (1996). *Generating and revising multi-turn text plans in STI*. LN in Computer Science. P 632-640.

Galvin, T. (1994). Tesis Doctoral: *Mebuilder: An Object-Oriented Lesson Authoring System for Procedural Skills* Master's Thesis, Naval Postgraduate School. Monterey.

Gandara, M. (2004). Notas y apuntes del *Diplomado de software educativo y de capacitación: Evaluación y diseño*". Ed. Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa, México, 2004

Gandara, M. (2004). Notas y apuntes del curso *Introducción a los multimedios en la educación*. Ed. Centro de Entrenamiento de Televisión Educativa, México, 2004.

García, H., Reyes C. and Morales, R. (2002). Diseño e Implementación de Mapas Cognitivos Difusos para Tutoriales Inteligentes. *Memorias del XV Congreso Nacional y I Congreso Internacional de Informática y Computación de la ANIEI*. Vol. I, pp. 51 – 59, octubre, 2002.

Gardner, H. (1993). *Inteligencias Múltiples: La teoría en la práctica*. Paidós. Barcelona, Buenos Aires, México.

Gardner, H. (2000) *La educación de la mente y el conocimiento de las disciplinas*, Paidós.

Gardner, H. (2001) *La inteligencia reformulada: las inteligencias múltiples en el siglo XXI*. Barcelona. Paidós.

Garrido, J.L., Gea, M., Rodriguez, M.L. (2005). *Requirements engineering in cooperative systems, in: Requirements Engineering for Sociotechnical Systems*, Idea Group, Inc., USA, 2005 (Chapter XIV).

Genesereth, M. and Nilsson, N. (1987). *Logical Foundations of Artificial Intelligence*. San Francisco: Morgan Kaufmann.

Gertner, A. S; Conati, C Y Vanlehn, K. (1998). *Learning Procedural help in Andes: Generating hints using a Bayesian network student model*. *Research & Development*. American Association for Artificial Intelligence.

Gertner, A.S. Y Vanlehn, K. (2000). *Andes: A Coached Problem Solving Environment for Physics*. *Lecture Notes In Computer Science*; Vol. 1839 Proc. of the 5th Int. Conf. on ITS 133 - 142

Giraffa, L.M.M.; Nunes, M. A.; Viccari, R.M. (1997) *Multi-Ecological: an Learning Environment using Multi-Agent architecture*. Proc. MASTA'97: Coimbra: DE-Universidade de Coimbra.

Glass, Mi. (1999). *Broadening Input Understanding in an Intelligent Tutoring System*, Ph.D. diss., Dept. of Computer Science, Illinois Institute of Technology

Graesser, A.C., Chipman, P., Haynes, B.C. y Olney, A. (2005). *AutoTutor: An intelligent tutoring system with mixed-initiative dialogue*. IEEE Transactions in Education, 48, 612-618.

Gros, B. (1997) *Diseños y programas educativos Pautas pedagógicas para la elaboración de software* (enero 1997). Barcelona: Ariel Education.

Haykin, S. (1999). *Neural Networks: A comprehensive foundation*. Prentice Hall 2nd. edition.

Hume G., Michael, j; Rovick, A.; Evens, M. (1996), *Hinting as a tactic in one-on-one tutoring*. *Journal of Learning Sciencies*.

Johnson-Laird, P. N. (1983) *Mental Models*. Cambridge: Cambridge University Press. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

Johnson, D. et. al. (1995). *Los nuevos círculos de aprendizaje*. San Fco.: Jossey Bass Publishers.

Johnson, D. & Johnson, R. (1997). *Learning to lead teams: Developing leadership skills*. Edina, MN: Interaction Book Company.

Johnson W. L, Rickel J.W. & Lester J.C. (2000). *Animated Pedagogical Agents: Face-to-Face, Interaction in Interactive Learning Environments*, *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 11(2000), 47-78.

Johnson, W. L; Rickel, J. & Lester, J. (2000) *Animated Pedagogical Agents: Face-to-Face Interaction in Interactive Learning Environments*. *International Journal of AIED*.

Johnson, W.L. and Hayes-Roth, B., *The First Autonomous Agents Conference*. *The Knowledge Engineering Review* 13(2), pp. 1-6, 1998.

Johnson, W. L. (1986). *Intention-based diagnosis of novice programming errors*. Morgan Kauffman.

Kim, J. H. (1989). *CIRCSIM-Tutor: An Intelligent Tutoring System for Circulatory Physiology*. Ph.D. Thesis, Illinois Institute of Technology.

Kim, J. H. (2000) *Natural Language Analysis and Generation for Tutorial Dialogue*. Ph.D. thesis, Illinois Institute of Technology.

Kieras, D.E. (1988). *Towards a Practical GOMS Model Methodology for User Interface Design*. En M. Helander (Ed.), (Págs. 135-157). North-Holland, Elsevier Science Publishing Company, 52. Vanderbilt Avenue, New York, NY 10017. (ISBN 0444705368).

Kieras, D.E. y Polson, P.G. (1985). *A Quantitative Model of the Learning and Performance of Text Editing Knowledge*. En *Proceeding of ACM CHI'85 Conference on Human Factors in Computing Systems* (Pág. 207-212).

Kohonen, T. (1988). *Self-Organizing Maps Springer Series in Information Sciences*. Vol. 30, Springer, Berlin, Heidelberg, NY. P. 236.

Kohonen, T. (1998). *An introduction to neural computing. Neural networks*. Vol 1. p. 3-16.

Kohonen, T. (2001). *Self-Organizing Maps, third edition. Springer series in informarion sciences*. Ed. Springer. Helsinki University of Technology Neural Networks Research Centre 286-310. Pitman, London.

Laureano-Cruces, A., de Arriaga-Gómez, F. (1998). Multi-Agent Architecture for Intelligent Tutoring Systems. *Interactive Learning Environments*, Vol. 6, No. 3, pp. 225–250.

Laureano-Cruces, A. L. (2000). Interacción Dinámica en Sistemas de Enseñanza Inteligentes, Tesis de Doctorado en Investigación Biomédica Básica, Instituto de Investigación Biomédica, UNAM, 2000.

Laureano-Cruces, A., F. de Arriaga. *Reactive Agent Design for Intelligent Tutoring Systems*. En *Cybernetics and Systems (an International Journal)*. Vol. 31, pp. 1-47. ISSN: 0196-9722. (Ed). TAYLOR & FRANCIS. 2000.

Laureano-Cruces, A., de Arriaga, F., García-Alegre, M. (2001). *Cognitive task analisys: a proposal to model reactive behaviours*. En *Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelliegence*. (13)(2001)227-239. 2001.

Laureano-Cruces, A., Terán-Gilmore, A., de Arriaga, F, El Alami M. (2003). La Importancia de las Estrategias Cognitivas en el Diseño del Currícula Didáctico. Vol. I, pp. 35 – 41. En el *XVI Congreso Nacional y II Congreso Internacional de Informática y Computación de la ANIEI*. Zacatecas, 22-24 de octubre del 2003.

Laureano-Cruces, A., Terán-Gilmore, A., de Arriaga, F., El Alami, M. (2003). La Importancia de las Estrategias Cognitivas en el Diseño del Currículo Didáctico. Vol. I, pp. 35 – 41. En el *XVI Congreso Nacional y II Congreso Internacional de Informática y Computación de la ANIEI*. Zacatecas, 22-24 de octubre del 2003.

Laureano-Cruces, A., Terán-Gilmore, A., de Arriaga, F. (2003). Un Enfoque Didáctico-Cognitivo del A análisis de los Conceptos de los Sistemas de un Grado de Libertad. En *Revista Digital Universitaria*. <http://www.revista.unam.mx/> Vol. 4, Núm. 7, 30 de noviembre de 2003.

Laureano-Cruces, A., de Arriaga, F., El Alami, M. (2004). Técnicas Útiles a la Construcción de Simulación Inteligente en el Campo Educativo. Capítulo 36, 557-574. Libro *Educación, aprendizaje y cognición. Teoría en la Práctica*. Publicado por la Universidad de Guadalajara y la Editorial El Manual Moderno. 2004.

Laureano-Cruces, A., Ramírez-Rodríguez, J., Terán-Gilmore, (2004). A. *Evaluation of the Teaching-Learning Process With Fuzzy Cognitive Maps*. En Memorias de Ibero-American Conference on Artificial Intelligence. IBERAMIA 2004.

Laureano-Cruces, A.L., Espinosa-Paredes, G. (2005). *Behavioral Design to Model a Reactive of an Expert in Geothermal Wells*. International Journal of Approximate Reasoning, Elsevier, Vol. 39, No.1 pp, 1-28.

Laureano-Cruces, A., Ramírez-Rodríguez, J., de Arriaga, F., Escarela-Pérez, R., (2006). *Agents Control in Intelligent Learning Systems: The case of reactive characteristics*. *Interactive Learning Environments* Vol. 14, No. 2, August, pp. 95 – 118

Laureano-Cruces, A.L., Mora-Torres, M., Ramírez-Rodríguez, J. Gamboa-Rodríguez, F. (2009). *Emotions as an Element that Maximizes the Effectiveness of a Pedagogical Agent*. *Proceedings de E-Learn 2009 World Conference on E-Learning in Corporate Government, Healthcare, & Higher Education*, pp. 2817-2822. ISBN: 1-880094-76-2. Chesapeake, VA: AACE. [www. EdiTLib.org](http://www.EdiTLib.org). Vancouver, Canada, October 26-30.

Laureano-Cruces, A. L., Sánchez-Guerrero, L., Mora-Torres, M. Ramírez-Rodríguez, J. (2008). Learning Objects and Personalized Instruction. *Proceedings de E-Learn 2010 World Conference on E-Learning in Corporate Government, Healthcare, & Higher Education*, pp. 1728-1736. ISBN: 1-880094-66-5. Chesapeake, VA: AACE. [www. EdiTLib.org](http://www.EdiTLib.org). Las Vegas, Nevada, USA, November 17-21.

Laureano-Cruces, A.L., Mora-Torres, M., Ramírez-Rodríguez, J. Gamboa-Rodríguez, F. (2009). *Emotions as an Element that Maximizes the Effectiveness of a Pedagogical Agent*. *Proceedings de E-Learn 2009 World Conference on E-Learning in Corporate Government, Healthcare, & Higher Education*, pp. 2817-2822. ISBN: 1-880094-76-2. Chesapeake, VA: AACE. [www. EdiTLib.org](http://www.EdiTLib.org). Vancouver, Canada, October 26-30.

Laureano-Cruces, A.L., Velasco-Santos, P., Mora-Torres, M., Acevedo-Moreno, D., (2009). Hacia Interfaces Inteligentes. En el *Libro Científico: Avances de las Mujeres en las Ciencias, las Humanidades y todas las disciplinas. Sustentabilidad, Aire, Agua, Fuego y Tierra*, pp. 237-246. ISBN: 978-607-477-212-8. CYAD/UAM-A.

Laureano-Cruces, A.L., Ramírez-Rodríguez, J., Mora-Torres, M., de Arriaga, F., Escarela-Pérez, R. (2010). *Cognitive-Operative Model of Intelligent Learning Systems Behavior*. En la Revista *Interactive Learning Environments*. Routledge. ISSN: 1049-4820. UK. Vol. 18, no.1, pp. 11-38.

Laureano-Cruces, A., Mora-Torres, M., Ramírez-Rodríguez, J., Gamboa-Rodríguez, F. (2010). *Implementation of an affective-motivational architecture tied to a teaching-learning process*. En Proceedings de E-Learn 2010 World Conference on E-Learning in Corporate Government, Healthcare, & Higher Education, pp. 1930-1938. ISBN: 1-880094-53-5. Orlando, Florida, October 18-22.

Laureano-Cruces, A.L. Rodríguez-García, A. (2011). *Design and implementation of an educational virtual pet using the OCC theory*. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*. Volume 3, Issue 1, pp. 61-71. DOI 10.1007/s12652-011-0089-4.

Laurel, B. (1991). *Computers as Theatre*. Addison-Wesley. Reading-MA. Learning Open CV: Computer Vision with the Open CV Library. O'Reilly Media; 1st edition (September 24, 2008). ISBN 0596516134

Lester, J.C. y B.A. Stone.(1997). *Increasing Believability in Animated Pedagogical Agents*. En *Memorias Autonomous Agents* 97, pp. 16-21. Marina del ReyCalifornia USA.ISBN: 0-89791-877-0/97/02. 1997.

Litman d. J. and Silliman. S. (2004). *Itspoke: An Intelligent Tutoring Spoken Dialogue System*. In *Proceedings of the Human HLT/NAACL*, Boston, MA, May.

Luck M., McBurney P., Shehory O., Willmott S. (2005). *Agent technology: computing as interaction*. A Roadmap for agent-based computing
<http://www.agentlink.org/roadmap/index.html>

Macaulay, L.A. (1995b), *Human Computer Interaction for Software Designers*, Thomson International Press, ISBN 1-850-32177-9. Macaulay, L.A., (1995c).

Matsuda, N., & Vanlehn, K. (2005, to appear). *Advanced Geometry Tutor: An intelligent tutor that teaches proof-writing with construction*. In Proc. of The 12th International Conference on Artificial Intelligence in Education. (acceptance rate: 0.31).

Matsuda, N., Cohen, W. W., & Koedinger, K. R. (2005). *Applying Programming by Demonstration in an Intelligent Authoring Tool for Cognitive Tutor*. In AAAI Workshop on Human Comprehensible Machine Learning (Technical Report WS-05-04) (pp. 1-8). Menlo Park, CA:

Milik, N., Marshall, M., Mitrovic, A. *Teaching Logical Database Design in ERM-Tutor*. M. Ikeda, K. Ashley, and T.-W. Chan (Eds.): ITS 2006, LNCS 4053, pp. 707-709.

Millán, E. (2000) Sistema bayesiano para modelado del alumno. Tesis Doctoral Universidad de Málaga.

Moher, T. y Schneider, G.M. [1982]. *Methodology and Experimental Research in Software Engineering*. International Journal of Man-Machine Studies, 16(1), 65-87

Newell, A. y Simon, H. (1972). *Human problem solving*. Prentice-Hall.

Nigay, L. and J. Coutaz. (1993). *A Design Space For Multimodal Systems: Concurrent Processing and Data Fusion*. INTERCHI '93, Conference Proceedings, pp. 172-178. Abril 1993.

Nigay, L. (1994). *Software Design and Implementation of Interactive Systems: A case study of Multimodal Interfaces*. Memorias de la Quinta Escuela Internacional de Invierno, Zacatecas. MEXICO 1994.

Nwana, H. 1996. *Software agents: an overview*. *Knowledge Engineering Review*, 11,3 pág. ,205-244.

Negroponte, N (1995) *El Mundo digital*. Barcelona: Ediciones Blume ISBN:234562

Payne, S.J. y Green, T. [1986]. *Task-Actions Grammars: a model of the mental representation of task languages*. *Human-Computer Interaction*, 2(2), 93-133.

Peñalosa, E. y Castañeda, S. (2009). El Análisis Cognitivo de Tareas, Base para el Diseño de Instrumentos de Evaluación en el Aprendizaje en Línea. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 2 (1), pp. 162-185. En <http://www.rinace.net/riee/numeros/vol2-num1/art9.pdf>. Consultado el (2 de Enero 2010).

Perkins, D. (1995). *La enseñanza y el aprendizaje. La Teoría Uno y más allá de la Teoría Uno*, en *La escuela inteligente*, cap. 3, pp. 68, 70 y 75, Barcelona, Gedisa. ISBN: 8474325609 ISBN-13: 9788474325607.

Polson, M. & Richarson, J.J. (1988) *Foundations of Intelligent Tutoring Systems*. New York: Lawrence Erlbaum Associates Inc. Publisher.

Reisner, P. (1981). *Formal grammars and human factors design of an interactive graphics system*. IEEE Transaction on Software Engineering. SE 7,2, 229-240.

The End of Hardware, 3rd Edition: *Augmented Reality and Beyond*. BookSurge Publishing; 3 edition (April 27, 2009). ISBN 143923602X

Rickel, J. y L. Johnson. *Integrating Pedagogical Capabilities in a Virtual Environment Agent*. En *Memorias Autonomous Agents 97*, pp. 30-38. Marina del Rey California USA. ISBN: 0-89791-877-0/97/02. 1997.

Riecken, D. 1994. Intelligent agents. *Communications of the ACM*, 37,7 (Julio), 18-21.

Russell, S. J. Y Norvig, P. (2003). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (2nd Edition). Prentice Hall.

Salgueiro, F. (2005). *Sistemas Inteligentes para el Modelado del Tutor*. Tesis de Grado en Ingeniería Informática. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires.

Salgueiro, F., Cataldi, F., Lage, F., García-Martínez, R. (2005) *Sistemas Tutores Inteligentes: Redes Neuronales para Selección del Protocolo Tutor*. Proceedings del IV Workshop de Tecnología Informática Aplicada en Educación del X Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Pág. 255-266.

Salgueiro, F., cataldi, Z., García-Martínez, R. (2005a). *Los Estilos Tutor en el Modelado del Tutor para Sistemas Tutores Inteligentes*. Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales 2(4):70-79

Shah, F. (1997). *Recognizing and Responding to Student Plans in an Intelligent Tutoring System: Circsim-Tutor* Ph.D. tesis, Illinois Institute of Technology.

Shortliffe, E.H. (1976) *Computer-Based Medical Consultations: MYCIN*, Elsevier/North Holland, New York.

Shute, V. J. (1995). *SMART: Student Modeling Approach for Responsive Tutoring. User Modeling and User-Adapted Interactions*, 5, 1-44.

Smith, S. Y Mosier, J. (1996) *Guidelines for Designing User Interface Software*, Ma, MITRE Corp.

Sommerville Ian (2005). *Ingeniería del Software*, Prentice Hall. ISBN:8478290745 January 2005. 687 páginas 7ª. Edición.

Stevens, A.; Collins, A. (1977). *The goal structure of a Socratic tutor*. In *Proceedings of the National ACM Conference*. New York: ACM.

Stone wiske, M. (2007A) Conferencia Enseñar para la comprensión con nuevas tecnologías.Universidad de San Andrés. 8 de mayo.

Vanlehn, K (1988). Student Modelling. M. Polson. *Foundations of Intelligent Tutoring systems*. Hillsdale. N.J. Lawrence Erlbaum Associates, 55-78

Vygotsky, L. (1978). *La mente en la sociedad*. El desarrollo de los procesos psicológicos superiores, Harvard University Press.

Wenger, E., (1987) *Artificial intelligence and tutoring systems: Computational and cognitive approaches to the communication of knowledge*. Los Altos, CA: Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 1987

Wolf, B. (1984). *Context Dependent Planning in a Machine Tutor*. Ph.D. Dissertation, University of Massachusetts, Amherst, Massachusetts.

Fuentes en Internet

Acuña-Garduño, González-Beltrán, Herrera-batista (2008).Tecnologías de la información y la comunicación para apoyar el aprendizaje colaborativo. Revista Electrónica Cognición N.10 ISSN 1850-1974. En http://www.cognicion.net/index.php?option=com_content&view=article&id=57:tecnologas-de-la-inform-y-la-comunicacin-para-apoyar-el-aprendizaje.

Adell, J. (1997). Las nuevas tecnologías al servicio del desarrollo de la Universidad, *Tendencias en educación en la sociedad de las tecnologías de la información*, Revista Electrónica de Tecnología Educativa, nº 7. En <http://www.educadis.uson.mx> acceso 23 de Abril 2004.

Borras, I. (2004). Enseñanza y aprendizaje con la Internet: una aproximación crítica. Dossier Curso Internet en Educación. Universidad de Rovira i Virgili, Tarragona. España. En <http://www.glorieta.fcep.urv.es/modulos> Consultado el día 2 de octubre 2005.

Carles M. (2001). Febrero nº 299 cuadernos de pedagogía, En <http://campus.temasdeclase.com/moodle/acceso> acceso 24 Noviembre 2004.

Danesh, A. et al (2001) *TM: designing a Collaborative Activity for the palm TM Handheld Computer*. En http://www.edgelab.sfu.ca/publications/chi2001_geney.pdf. Consultado el día 2 de octubre 2005.

Cisneros R. et al. (2005). *Sociedad de la información Sociedad del conocimiento. La educación como mediadora* en <http://tecnologiaedu.us.es/edutec> acceso 23 de agosto 2005.

Gagné S. (1976). Sistema de Educación a Distancia del Instituto Politécnico Nacional, México. En <http://www.decont.ipn.mx/distancia/SISTEMAEDU.htm> acceso día 24 de noviembre de 2004.

García, S. (2005). Los componentes de un sistema de educación virtual: El subsistema tecnológico. *Odiseo, revista electrónica de pedagogía*. Año 3, núm. 5. 15 de diciembre de 2005. <http://www.odiseo.com.mx/2005/07/garciacastillo-componentes.htm> (ISSN 1870-1477). Consultado día 11 de noviembre 2005.

Johnson D. y Johnson R. (1998), Universidad de Minnesota en El Aprendizaje Cooperativo regresa a la Universidad: ¿qué evidencia existe de que funciona? en <http://www.udel.edu/inst/jan2004/final-files/Coop/Learning-espanol.doc>. Consultado día 22 de noviembre 2005

Juárez, M. y Waldegg, G. (2003). ¿Qué tan adecuados son los dispositivos Web para el aprendizaje colaborativo? En <http://redie.Uabc.mx/vol5no2/contenido-juarez.html>. Consultado el día 22 de noviembre 2005.

Kofman, H. (2000). *.en: Realidad y Virtualidad en la Enseñanza de la Física con TIC Un Enfoque Desde La Perspectiva De La Educación Integral*, en: http://colos.fcu.um.es/TICEC05/TICEC05/43_550.pdf, capturado el 15 de junio de 2006.

Laureano-Cruces, A.L. (2000). Interacción Dinámica en Sistemas de Enseñanza Inteligentes, Tesis de Doctorado en Investigación Biomédica Básica, Instituto de Investigación Biomédica, UNAM, 2000. Disponible en: <http://ce.azc.uam.mx/profesores/clc/>. Consultada 18 de junio 2012.

Lucero, M. (2001). Entre el trabajo colaborativo y el aprendizaje colaborativo. Revista Iberoamericana de Educación (ISSN: 1681-5653). En http://www.Capmpus.oei.org/revista/de_los_lectores/528/Lucero.pdf consultado 3 de mayo 2005.

Martínez, A. et al (2000). *Modeling interactions with a conceptual framework*. En http://collide.informatik.uni-duisburg.de/ecai-2000/W26_Martinez.pdf, Consultado 22 de abril 2005.

Muhlenbrock, M. (1999). *A system for Analyzing Collaborative problem solving*. En <http://citeseer.nj.nec.com/> Consultado 4 de octubre 2006.

Orihuela, J. (sd) Los 10 Paradigmas de la e-Comunicación, publicado en <http://mccd.udc.es/orihuela/paradigmas/#4> capturado el 15 de junio del 2006-06-20

Peñalosa, E. y Castañeda, S. (2009). El Análisis Cognitivo de Tareas, Base para el Diseño de Instrumentos de Evaluación en el Aprendizaje en Línea. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 2 (1), pp. 16185. En <http://www.rinace.net/riee/numeros/vol2num1/art9.pdf>. Consultado el 2 de Enero 2010.

Reyes Evaristo H. (2004) Propuesta de metodología para el diseño, desarrollo y evaluación de software educativo documento electrónico en pdf En www.somece.org.mx/simposio06/.../2_ReyesEvaristoVictorHugo.pdf. consultado 3 de agosto 2010.

Roschelle, J. (2002) *A Walk on the Wild side: How wireless handhelds may change computer supported collaborative learning*. En <http://newmedia.colorado.edu/cscl/79.pdf> (2002). consultado 3 de agosto 2010.

Salinas, J. (1996) Enseñanza flexible, aprendizaje abierto. Las redes como herramientas para la formación. EDUTEC revista electrónica de Tecnología Educativa. Dossier Curso Internet en Educación. Universidad de Rovira i Virgili, Tarragona. España. En <http://www.glorieta.Fcep.urv.es/modulos>, consultado 3 de mayo 2005.

Sánchez, J. y Castillo R. (2005) *Los componentes de un sistema de educación virtual: El subsistema tecnológico*, publicado por Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica (CIIDET), México. En <http://www.odiseo.com.mx/2005/07/garcia-castillo-componentetecnologico.htm> capturado 26 de junio 2006.

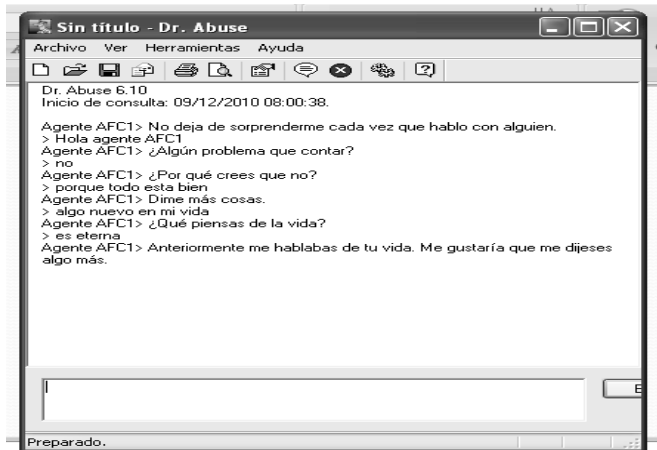
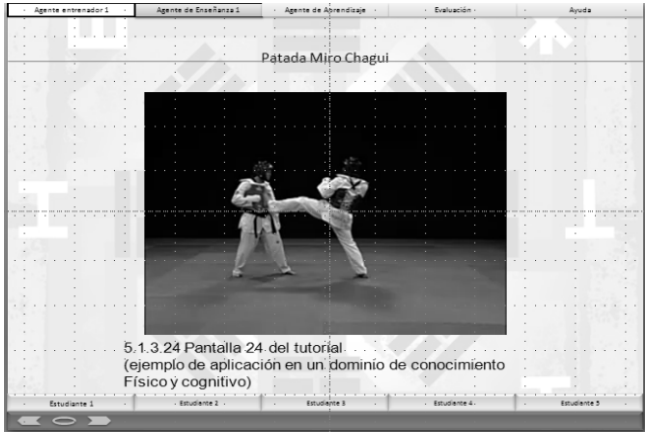
Santángelo, N. (2000 sep-dic.) Modelos Tutor en los Sistemas de Enseñanza no Presencial basados en Nuevas Tecnologías y Redes de Comunicación. En *OEI Revista Iberoamericana* Vol II, Número 24. Consultado el 3 de febrero 2006 de <http://www.oei.org>.

Queirel T. (2005) Algunas consideraciones sobre el diseño de entornos virtuales de aprendizaje y la incidencia del estilo cognitivo de los usuarios, en <http://contexto-educativo.com.ar/2000/9/nota-08.htm>. Consultado 23 de agosto 2005.

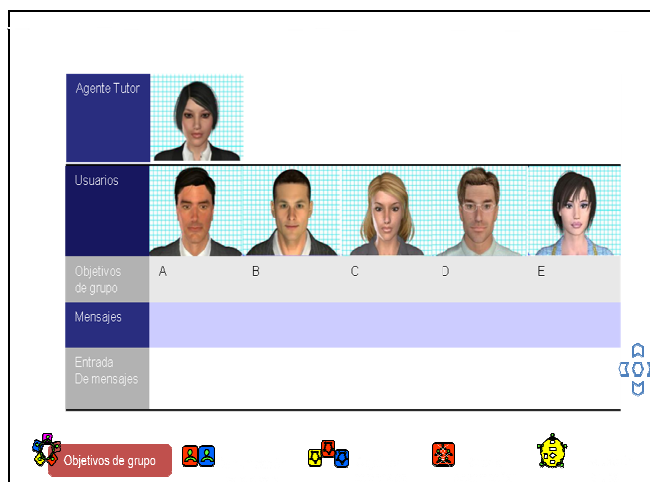
Anexo

En el documento anexo en versión CDROM, se encuentran los siguientes documentos:

Parte I Recopilación de los experimentos realizados para probar el sistema colaborativo integrado con un agente pedagógico (entorno aprendamos) desarrollados en su versión prototipo. (Ver CDROM).

Prototipos	
<p><i>Dr. Trigonometría.</i></p> <p>Tutor para la enseñanza de las funciones trigonométricas: entorno aprendamos V1.0</p> <p>Creado por Acuña Garduño E. 2011</p>	
<p><i>Johnson: Entrenador deportivo</i></p> <p>Agente entrenador para la enseñanza y entrenamiento del TaeKwon-Do y uso de la interfaz de interacción natural (IN)</p> <p>Creado por Acuña Garduño E. 2011</p>	

Mytutor en el entorno Aprender.
 Agente tutor de enseñanza-
 aprendizaje colaborativo
 Desarrollado en el entorno
 aprendamos V2.0
 Creado por Acuña Garduño E.
 2012



Entorno Aprendamos V2.0
 Entorno virtual de aprendizaje
 colaborativo basado en Moodle
 Creado por Acuña Garduño E.
 2011



Parte 2. Software para el desarrollo de agentes y personajes animados.

Java Agent Development Framework

Java Agent Development Framework, o JADE, es una plataforma software para el desarrollo de agentes, implementada en Java, que ha estado en desarrollo al menos desde 2001.¹ La plataforma JADE soporta la coordinación de múltiples agentes FIPA y proporciona una implementación estándar del lenguaje de comunicación FIPA-ACL. JADE fue desarrollado originalmente por Telecom Italia y se distribuye como software libre

JACK

Otra plataforma líder en este campo es JACK que cuenta con una metodología que soporta sus estructuras de programación en conceptos correspondientes de las fases de análisis y diseño, de tal manera que aplicando la metodología se puede llegar a un diseño cuyos objetos finales se corresponden con construcciones directas en el lenguaje de agentes propietario de JACK.

Media Semantics

Es una plataforma completa de personajes animados y tecnologías de apoyo y un generador de personajes con distintos caracteres además es una herramienta independiente que permite a los animadores crear presentaciones animadas con personajes y elementos visuales de apoyo. El constructor del carácter puede hacer que los materiales en el formato Macromedia Flash TM SWF, el formato HTML5 nueva, así como los principales formatos de video y animación.

iClone5

Software de la compañía Real Ilusión

Es una herramienta de animación en tiempo real en 3D con la función de arrastrar y soltar, percibe la física de gran alcance y en la propia captura de movimiento que ha revolucionado el arte de la animación 3D.

iClone5 le permite crear animaciones con sólo mover el cuerpo frente a cualquier sistema de captura de movimiento Kinect. Se puede personalizar fácilmente una gran variedad de movimientos diarios mediante el uso de la marioneta de movimiento y sistema de MixMoves! iClone5 permite a los personajes realista interactuar con su entorno, o incluso otros personajes. También se incluyen física en tiempo real, la representación del batallón y muchos otros efectos de sombreado que le llevará al siguiente nivel de los profesionales la realización de películas. Ver <http://www.youtube.com/watch?v=MVvDw15-3e8&feature=related>

Curriculum vitae del autor

Currículum vitae del autor

Datos personales

Nombre: Enrique Acuña Garduño

Nacionalidad: Mexico

Correos electrónico: acuaster@gmail.com

Sitio Web [http:// español.geocities.com/edelespacio/index.html](http://español.geocities.com/edelespacio/index.html)



Licenciatura en Diseño Industrial	Institución	Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco
Trabajo Terminal:		
Metodología para el Diseño De un Transporte Eléctrico	Área de concentración	Desarrollo y realización
	Título	Diseñador Industrial
Especialización en Diseño	Línea de investigación	Nuevas tecnologías-Hipermedios
Trabajo final:		
Diseño de un Sistema Tutorial para uso del Sistema Moodle	Institución	Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco
Maestría	Línea de investigación	Nuevas tecnologías-Hipermedios
Tesis de Maestría:		
Criterios para el Análisis y Diseño de Entornos Virtuales para el Aprendizaje Colaborativo.	Institución	Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco
Propuesta Metodológica		

Cursos complementarios afines al tema de investigación	Diplomado en Nuevas Tecnologías Aplicadas al Diseño de Productos Interactivos	Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco- CYAD
	Institución	
	Curso de Actualización “Elaboración de Material Didáctico para la educación a Distancia Plataforma Moodle”	Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco- CYAD
	Curso Taller Uso de la Plataforma Moodle en Apoyo al Proceso de Enseñanza Aprendizaje	Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco- CSH
Cursos Impartidos	Tutorial para el uso de las herramientas estándar de la plataforma Moodle	Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco- CSC
	Modalidad en línea plataforma	
	Moodle V.4	
	40 horas	
	Introducción a la Programación	Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco- CSC
	Con ActionScript para Flash MX	
	Modalidad en línea plataforma	
	Moodle V.4	

Introducción a Windows XP	Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco- CSC
Taller de aprendizaje para el trabajo colaborativo	Universidad Autónoma Metropolitana Red Académica de la UAM para la Sustentabilidad

Artículos publicados

Acuña-Garduño, González-Beltrán, Herrera-batista (2008).Tecnologías de la información y la comunicación para apoyar el aprendizaje colaborativo. Revista Electrónica Cognición N.10 ISSN 1850-1974. En http://www.cognicion.net/index.php?option=com_content&view=article&id=57:tecnologas-de-la-inform-y-la-comunicacin-para-apoyar-el-aprendizaje.